

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 9 日
Date of Application:

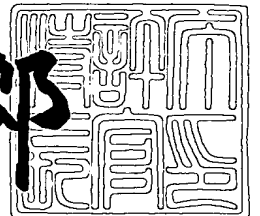
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4]

出 願 人 日 本 電 気 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 3 3 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509958

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特
許出願

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/00
H04M 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 榎本 敦之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 厩橋 正樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 飛鷹 洋一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 岩田 淳

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093595

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 正夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057794

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9303563

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークシステム、スパニングツリー構成方法及び構成プログラム、スパニングツリー構成ノード

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーによって転送経路を設定するネットワークシステムにおいて、

異なる 2 つのネットワーク相互を配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードからなる部分ネットワークによって接続し、

前記部分ネットワークに属するノードが、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理する

ことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 2】 前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、

前記部分ネットワークを構成する同数の 2 組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 3】 前記ノードが、

入力したフレームの宛先 MAC アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク及び前記ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のネットワークシステム。

【請求項 4】 前記ノードが、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項 3 に記載のネットワークシステム。

【請求項 5】 前記ノードが、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき宛先RPRアドレス、リングID及び転送先ポートを決定するRPRフレーム転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

TTLの減算及びTTLによってフレームの廃棄を行うTTLマネージャと、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記RPRフレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項4に記載のネットワークシステム。

【請求項6】 前記TTLマネージャが、

TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカーと、

TTL値を加減算するTTLコントローラと

を備えることを特徴とする請求項5に記載のネットワークシステム。

【請求項7】 前記ノードが、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

識別子によって入力されたBPDUフレームの出力先のツリーマネージャを決定するBPDU識別器と

を備えることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のネットワークシステム。

【請求項8】 前記BPDU識別器が、

ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、

ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする請求項7に記載のネットワークシステム

。

【請求項 9】 前記ノードが、

受信したフレームの入力ポート及び送信元MACアドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、

宛先MACアドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルと

を備えることを特徴とする請求項 4 から請求項 8 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 10】 前記テーブルが、

宛先MACアドレスを記載する宛先MACアドレスフィールドと、

宛先MACアドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールド

を備えることを特徴とする請求項 9 に記載のネットワークシステム。

【請求項 11】 前記ノードが、

入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 12】 前記ノードが、

障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器

を備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 7 及び請求項 9 から請求項 11 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 13】 前記障害検出器が、

障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、

障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする請求項 12 に記載のネットワークシステム。

【請求項 14】 前記ノードが、

2 重障害時にポートを遮断する遮断器

を備えることを特徴とする請求項 12 もしくは請求項 13 に記載のネットワークシステム。

【請求項 15】 前記ノードが、

入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 16】 前記ツリーマネージャが、

スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信器と、

ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 15 のいずれか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 17】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するノードにおいて、

配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とするノード。

【請求項 18】 前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、

前記部分ネットワークを構成する同数の 2 組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする請求項 17 に記載のノード。

【請求項 19】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記ネットワーク毎にスパニングツリー

を作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする請求項 1 7 又は請求項 1 8 に記載のノード。

【請求項 2 0】 自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項 1 9 に記載のノード。

【請求項 2 1】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき宛先 R P R アドレス、リング I D 及び転送先ポートを決定する R P R フレーム転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

T T L の減算及び T T L によってフレームの廃棄を行う T T L マネージャと、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記 R P R フレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項 1 9 に記載のノード。

【請求項 2 2】 前記 T T L マネージャが、T T L 値を参照してフレームを廃棄する T T L チェッカーと、T T L 値を加減算する T T L コントローラとを備えることを特徴とする請求項 2 1 に記載のノード。

【請求項 2 3】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

識別子によって入力された B P D U フレームの出力先のツリーマネージャを決定する B P D U 識別器とを備えることを特徴とする請求項 1 8 に記載のノード。

【請求項 2 4】 前記 B P D U 識別器が、

ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、

ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする請求項 2 3 に記載のノード。

【請求項 2 5】 受信したフレームの入力ポート及び送信元 M A C アドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、

宛先 M A C アドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルとを備えることを特徴とする請求項 1 9 から請求項 2 4 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 2 6】 前記テーブルが、

宛先 M A C アドレスを記載する宛先 M A C アドレスフィールドと、

宛先 M A C アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする請求項 2 5 に記載のノード。

【請求項 2 7】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする請求項 1 8 に記載のノード。

【請求項 2 8】 障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器を備えることを特徴とする請求項 1 9 から請求項 2 2 及び請求項 2 5 から請求項 2 7 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 2 9】 前記障害検出器が、

障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、

障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする請求項 2 8 に記載のノード。

【請求項 3 0】 2 重障害時にポートを遮断する遮断器を備えることを特徴とする請求項 2 8 もしくは請求項 2 9 に記載のノード。

【請求項 3 1】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする請求項 18 に記載のノード。

【請求項 3 2】 前記ツリーマネージャが、

スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信器と、

ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする請求項 19 から請求項 3 1 のいずれか 1 項に記載のノード。

【請求項 3 3】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するスパニングツリー構成方法であって、

配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とするスパニングツリー構成方法。

【請求項 3 4】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程とを有することを特徴とする請求項 3 3 に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 3 5】 自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする請求項 3 4 に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 3 6】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先

ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき宛先RPRアドレス、リングID及び転送先ポートを決定するRPRフレーム転送工程と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、

TTLの減算及びTTLによってフレームの廃棄を行うTTLマネージャ工程と、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記RPRフレーム転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする請求項34に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項37】 前記TTLマネージャ工程が、

TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカー工程と、TTL値を加減算するTTLコントローラ工程とを有することを特徴とする請求項34に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項38】 入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、

識別子によって入力されたBPDUフレームの出力先のツリーマネージャ工程を決定するBPDU識別工程とを有することを特徴とする請求項35に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項39】 前記BPDU識別工程が、

ツリーマネージャ工程を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入工程と、

ツリーマネージャ工程を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除工程とを有することを特徴とする請求項38に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項40】 受信したフレームの入力ポート及び送信元MACアドレス

を基に、宛先MACアドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習工程を有することを特徴とする請求項34から請求項39の何れか1項に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項41】 前記テーブルが、
宛先MACアドレスを記載する宛先MACアドレスフィールドと、
宛先MACアドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする請求項40に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項42】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、

前記多面ツリーマネージャ工程と転送工程を自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートによって接続する工程とを有することを特徴とする請求項33に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項43】 障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出工程を有することを特徴とする請求項32から請求項35及び請求項40から請求項42の何れか1項に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項44】 前記障害検出工程が、
障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離工程と、
障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信工程とを有することを特徴とする請求項43に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項45】 2重障害時にポートを遮断するを遮断工程を有することを特徴とする請求項43もしくは請求項44に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項46】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作工程とを有することを特徴とする請求項33に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 47】 前記多面ツリーマネージャ工程が、
スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ工程と、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信工程と、
ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断工程とを有することを特徴とする
請求項 34 から請求項 46 のいずれか 1 項に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 48】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成する各ノード上で動作するスパニングツリー構成プログラムであって、
配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理する機能を実行することを特徴とするスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 49】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能とを実行することを特徴とする請求項 48 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 50】 自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を有することを特徴とする請求項 49 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 51】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき宛先 R P R アドレス、リング I D 及び転送先ポートを決定する R P R フレーム転送機能と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、

T T L の減算及び T T L によってフレームの廃棄を行う T T L マネージャ機能

と、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記RPRフレーム転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を実行することを特徴とする請求項49に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項52】 前記TTLマネージャ機能が、

TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカー機能と、TTL値を加減算するTTLコントローラ機能とを有することを特徴とする請求項34に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項53】 入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、

識別子によって入力されたBPDUフレームの出力先のツリーマネージャ機能を決定するBPDU識別機能とを実行することを特徴とする請求項50に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項54】 前記BPDU識別機能が、

ツリーマネージャ機能を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入機能と、

ツリーマネージャ機能を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除機能とを有することを特徴とする請求項53に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項55】 受信したフレームの入力ポート及び送信元MACアドレスを基に、宛先MACアドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習機能を有することを特徴とする請求項49から請求項54の何れか1項に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項56】 前記テーブルが、

宛先MACアドレスを記載する宛先MACアドレスフィールドと、

宛先MACアドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備え

ることを特徴とする請求項 5 5 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 7】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、

前記多面ツリーマネージャ機能と転送機能を自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートによって接続する機能とを有することを特徴とする請求項 5 8 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 8】 障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検機能を実行することを特徴とする請求項 3 2 から請求項 3 5 及び請求項 5 5 から請求項 5 7 の何れか 1 項に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 9】 前記障害検出機能が、

障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離機能と、

障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信機能とを有することを特徴とする請求項 5 8 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 6 0】 2 重障害時にポートを遮断するを遮断機能を実行することを特徴とする請求項 5 8 もしくは請求項 5 9 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 6 1】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作機能とを実行することを特徴とする請求項 5 8 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 6 2】 前記多面ツリーマネージャ機能が、

スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ機能と、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信機能と、

ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断機能とを有することを特徴とする

請求項 59 から請求項 61 のいずれか 1 項に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 63】 前記スパニングツリープロトコルの制御信号を、自ノードに隣接するノードであって、前記部分ネットワークと前記隣接する他のネットワークとの双方に接続されるノードに送信する際に、

このノード固有のアドレスを前記スパニングツリープロトコルの制御信号の宛先として送信することを特徴とする請求項 16 に記載のネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スパニングツリーシステムに関し、特にスパニングツリーをドメインに分割する際に、経路のループを発生させること無くツリー同士を接続できる、スパニングツリーシステム、スパニングツリー構成ノード、スパニングツリー構成方法及びプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種のスパニングツリーは、ネットワーク中に物理的にループ(円環)状のリングが存在する場合であっても論理的にはループが存在しないようなツリー状のリンクを構成することによって、データが永遠に循環するのを防止するために用いられている。

【0003】

当該スパニングツリーに関する従来技術としては、以下にあげるようなものが存在する。

【0004】

例えば「1998年、アイトリプリー・スタンダード・802.1ディー (IEEE Std 802.1D)」と題する I E E E 発行の標準化文書(非特許文献 1)では、ネットワーク中にループ(円環)が存在する場合に、データが永遠に循環するのを防止するため、ノード間で Bridge Protocol Data Unit (BPDU) と呼ばれる制御情報をやり取りし、物理的にループ状になっているネットワークの一部を論理的

に使用不能にして、論理的にツリー状のトポロジを形成する、スパニングツリーと呼ばれる制御手法が規定されている（以下、非特許文献1とする）。

【0005】

また、「2001年、アイトリプルイー・スタンダード・802.1ダブリュ（IEEE Std 802.1W）」と題するIEEE発行の標準化文書（非特許文献2）では、制御情報の交換方法を拡張することにより、従来技術1におけるツリー作成を高速化し、さらに、あらかじめ迂回経路を設定しておくことにより、障害発生時の高速な迂回経路の設定を行う、高速スパニングツリーと呼ばれる制御手法が規定されている（以下、非特許文献2とする）。

【0006】

さらに、「2002年、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-7-11～B-7-13、次世代イーサネット(R)アーキテクチャGOE(Global Optical Ethernet(R))の提案」と題する論文では、イーサネット(R)フレームに宛先情報等を示す識別タグを挿入し、多面に作成したスパニングツリーを利用してフォワーディングテーブルを構築して、イーサネット(R)フレームを転送する方法について述べている（以下、非特許文献3とする）。

【0007】

非特許文献1～3において作成されるスパニングツリーの一例を、図29に示す。図29において作成されたスパニングツリーを太線にて示している。このように従来ネットワークに対して生成されるスパニングツリーでは、ノード11～ノード32の各ノードが制御フレーム（情報）をやり取りししつつ、ネットワーク全体に対して、1つのスパニングツリーを構成している。

【0008】

【非特許文献1】

「1998年、アイトリプルイー・スタンダード・802.1ディー（IEEE Std 802.1D）」と題するIEEE発行の標準化文書

【非特許文献2】

「2001年、アイトリプルイー・スタンダード・802.1ダブリュ（IEEE Std 802.1W）」と題するIEEE発行の標準化文書

【非特許文献3】

「2002年、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-7-11～B-7-13、次世代イーサネット(R)アーキテクチャGOE(Global Optical Ethernet(R))の提案」と題する論文

【0009】**【発明が解決しようとする課題】**

上述した従来の技術においては、以下に述べるような問題があった。

【0010】

第1に、何れの従来技術においても、スパニングツリーの構築に時間がかかるという問題があった。

【0011】

非特許文献1の技術では、BPDUフレームと呼ばれる制御フレームを交換してスパニングツリーを構築するが、状態遷移を行う場合に、各ノードが新たなBPDUフレームの到着の有無を確認するため、タイマーを用いた状態遷移を行っていた。このため、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0012】

また、各ノード間でやり取りされるBPDUフレームの数はネットワークに所属するブリッジノードの数の増加と共に増大するため、ネットワークの規模が拡大するほど、それだけスパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0013】

非特許文献2の技術では、BPDUフレームと呼ばれる制御フレームを交換してスパニングツリーを構築する点においては、従来技術1と同じであるが、フラグを付加することにより、Proposal及びAgreementと呼ばれる確認フレームを交換することで、状態遷移を高速に行う。このため、非特許文献1と比較すると、スパニングツリーの構築時間は短縮されるが、トポロジの形状が複雑化し、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0014】

非特許文献 3 の技術では、非特許文献 2 の方法を用いて構築したスパニングツリーを、多面に作成するため、非特許文献 2 と同様の理由により、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0 0 1 5】

第 2 に、何れの従来技術においても、障害発生時の影響波及範囲が大きいという問題があった。

【0 0 1 6】

非特許文献 1 の技術では、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワーク全体のポートを一旦閉鎖して、スパニングツリーの再構築を行うからである。

【0 0 1 7】

非特許文献 2 の技術では、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更し、ネットワーク全体のスパニングツリーの構成を再構成する。このため、結局は、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークを停止させなければならないからである。

【0 0 1 8】

非特許文献 3 の技術では、非特許文献 2 の方法を用いて構築したスパニングツリーを、多面に作成するため、非特許文献 2 と同様の理由により、障害発生時の影響波及範囲が大きいという問題があった。

【0 0 1 9】

また、前述した従来技術 1 から従来技術 3 では、スパニングツリーがループ形状となることを防ぐために、既存のネットワークを接続する場合に、接続する接続点となるノードを、1 つしか設けることができなかったため、ネットワーク毎にスパニングツリーを作成することが困難であった。

【0 0 2 0】

【発明の目的】

本発明の第 1 の目的は、スパニングツリーの構築時間を短縮できる、スパニングツリーシステム、スパニングツリー構成ノード、スパニングツリー構成方法及

びスパニングツリー構成プログラムを提供することにある。

【0021】

本発明の第2の目的は、障害発生時の影響波及範囲を限定できる、スパニングツリーシステム、スパニングツリー構成ノード、スパニングツリー構成方法及びスパニングツリー構成プログラムを提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーによって転送経路を設定するネットワークシステムにおいて、異なる2つのネットワーク相互を配下に端末を収容しない少なくとも4つのノードからなる部分ネットワークによって接続し、

前記部分ネットワークに属するノードが、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とする。

【0023】

請求項2の本発明によるネットワークシステムは、前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、前記部分ネットワークを構成する同数の2組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする。

【0024】

請求項3の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力したフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク及び前記ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする。

【0025】

請求項4の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポート

を備えることを特徴とする。

【0026】

請求項5の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき宛先RPRアドレス、リングID及び転送先ポートを決定するRPRフレーム転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、TTLの減算及びTTLによってフレームの廃棄を行うTTLマネージャと、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記RPRフレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする。

【0027】

請求項6の本発明によるネットワークシステムは、前記TTLマネージャが、TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカーと、TTL値を加減算するTTLコントローラとを備えることを特徴とする。

【0028】

請求項7の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、識別子によって入力されたBPDUフレームの出力先のツリーマネージャを決定するBPDU識別器とを備えることを特徴とする。

【0029】

請求項8の本発明によるネットワークシステムは、前記BPDU識別器が、ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする。

【0030】

請求項 9 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、受信したフレームの入力ポート及び送信元 MAC アドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、宛先 MAC アドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルとを備えることを特徴とする。

【0031】

請求項 10 の本発明によるネットワークシステムは、前記テーブルが、宛先 MAC アドレスを記載する宛先 MAC アドレスフィールドと、宛先 MAC アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【0032】

請求項 11 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする。

【0033】

請求項 12 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器を備えることを特徴とする。

【0034】

請求項 13 の本発明によるネットワークシステムは、前記障害検出器が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする。

【0035】

請求項 14 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、2重障害時にポートを遮断する遮断器を備えることを特徴とする。

【0036】

請求項 15 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロト

コルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする。

【0037】

請求項16の本発明によるネットワークシステムは、前記ツリーマネージャが、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信するBPDU送受信器と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする。

【0038】

請求項17の本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するノードにおいて、配下に端末を収容しない少なくとも4つのノードにより異なる2つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とする。

【0039】

請求項18の本発明によるノードは、前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、前記部分ネットワークを構成する同数の2組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする。

【0040】

請求項19の本発明によるノードは、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする。

【0041】

請求項20の本発明によるノードは、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする。

【0042】

請求項 21 の本発明によるノードは、入力されたフレームの宛先 MAC アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの宛先 MAC アドレスに基づき宛先 RPR アドレス、リング ID 及び転送先ポートを決定する RPR フレーム転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、TTL の減算及び TTL によってフレームの廃棄を行う TTL マネージャと、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記 RPR フレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする。

【0043】

請求項 22 の本発明によるノードは、前記 TTL マネージャが、TTL 値を参照してフレームを廃棄する TTL チェッカーと、TTL 値を加減算する TTL コントローラとを備えることを特徴とする。

【0044】

請求項 23 の本発明によるノードは、入力されたフレームの宛先 MAC アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、識別子によって入力された BPDU フレームの出力先のツリーマネージャを決定する BPDU 識別器とを備えることを特徴とする。

【0045】

請求項 24 の本発明によるノードは、前記 BPDU 識別器が、ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする。

【0046】

請求項 25 の本発明によるノードは、受信したフレームの入力ポート及び送信元 MAC アドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、宛先 MAC アド

レスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルとを備えることを特徴とする。

【0 0 4 7】

請求項 2 6 の本発明によるノードは、前記テーブルが、宛先 M A C アドレスを記載する宛先 M A C アドレスフィールドと、宛先 M A C アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【0 0 4 8】

請求項 2 7 の本発明によるノードは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする。

【0 0 4 9】

請求項 2 8 の本発明によるノードは、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器を備えることを特徴とする。

【0 0 5 0】

請求項 2 9 の本発明によるノードは、前記障害検出器が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする。

【0 0 5 1】

請求項 3 0 の本発明によるノードは、2 重障害時にポートを遮断する遮断器を備えることを特徴とする。

【0 0 5 2】

請求項 3 1 の本発明によるノードは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする。

【0053】

請求項32の本発明によるノードは、前記ツリーマネージャが、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信するBPDUS送受信器と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする。

【0054】

請求項33の本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するスパニングツリー構成方法であって、配下に端末を収容しない少なくとも4つのノードにより異なる2つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とする。

【0055】

請求項34の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程とを有することを特徴とする。

【0056】

請求項35の本発明によるスパニングツリー構成方法は、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする。

【0057】

請求項36の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき宛先RPRアドレス、リングID及び転送先ポートを決定するRPRフレーム転送工程と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリー

を作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、TTLの減算及びTTLによってフレームの廃棄を行うTTLマネージャ工程と、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記RPRフレーム転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする。

【0058】

請求項37の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記TTLマネージャ工程が、TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカー工程と、TTL値を加減算するTTLコントローラ工程とを有することを特徴とする。

【0059】

請求項38の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、識別子によって入力されたBPDUフレームの出力先のツリーマネージャ工程を決定するBPDU識別工程とを有することを特徴とする。

【0060】

請求項39の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記BPDU識別工程が、ツリーマネージャ工程を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入工程と、ツリーマネージャ工程を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除工程とを有することを特徴とする。

【0061】

請求項40の本発明によるスパニングツリー構成方法は、受信したフレームの入力ポート及び送信元MACアドレスを基に、宛先MACアドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習工程を有することを特徴とする。

【0062】

請求項41の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記テーブルが、宛先MACアドレスを記載する宛先MACアドレスフィールドと、宛先MACアド

レスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【0063】

請求項42の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、前記多面ツリーマネージャ工程と転送工程を自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートによって接続する工程とを有することを特徴とする。

【0064】

請求項43の本発明によるスパニングツリー構成方法は、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出工程を有することを特徴とする。

【0065】

請求項44の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記障害検出工程が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離工程と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信工程とを有することを特徴とする。

【0066】

請求項45の本発明によるスパニングツリー構成方法は、2重障害時にポートを遮断する遮断工程を有することを特徴とする。

【0067】

請求項46の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作工程とを有することを特徴とする。

【0068】

請求項47の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記多面ツリーマネ

ージャ工程が、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ工程と、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信するB P D U送受信工程と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 6 9 】

請求項 4 8 の本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成する各ノード上で動作するスパニングツリー構成プログラムであって、配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理する機能を実行することを特徴とする。

【 0 0 7 0 】

請求項 4 9 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの宛先M A Cアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能とを実行することを特徴とする。

【 0 0 7 1 】

請求項 5 0 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を有することを特徴とする。

【 0 0 7 2 】

請求項 5 1 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの宛先M A Cアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、入力されたフレームの宛先M A Cアドレスに基づき宛先R P Rアドレス、リングI D及び転送先ポートを決定するR P Rフレーム転送機能と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、T T L

の減算及びTTLによってフレームの廃棄を行うTTLマネージャ機能と、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記RPRフレーム転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を実行することを特徴とする。

【0073】

請求項52の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記TTLマネージャ機能が、TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカー機能と、TTL値を加減算するTTLコントローラ機能とを有することを特徴とする。

【0074】

請求項53の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、識別子によって入力されたBPDUFフレームの出力先のツリーマネージャ機能を決定するBPDU識別機能とを実行することを特徴とする。

【0075】

請求項54の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記BPDU識別機能が、ツリーマネージャ機能を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入機能と、ツリーマネージャ機能を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除機能とを有することを特徴とする。

【0076】

請求項55の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、受信したフレームの入力ポート及び送信元MACアドレスを基に、宛先MACアドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習機能を有することを特徴とする。

【0077】

請求項56の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記テーブルが、宛先MACアドレスを記載する宛先MACアドレスフィールドと、宛先MA

Cアドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【0078】

請求項57の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、前記多面ツリーマネージャ機能と転送機能を自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートによって接続する機能とを有することを特徴とする。

【0079】

請求項58の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検機能を実行することを特徴とする。

【0080】

請求項59の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記障害検出機能が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離機能と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信機能とを有することを特徴とする。

【0081】

請求項60の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、2重障害時にポートを遮断する遮断機能を実行することを特徴とする。

【0082】

請求項61の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作機能とを実行することを特徴とする。

【0083】

請求項 62 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記多面ツリーマネージャ機能が、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ機能と、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信機能と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断機能とを有することを特徴とする。

【0084】

請求項 63 の本発明によるネットワークシステムは、前記スパニングツリープロトコルの制御信号を、自ノードに隣接するノードであって、前記部分ネットワークと前記隣接する他のネットワークとの双方に接続されるノードに送信する際に、このノード固有のアドレスを前記スパニングツリープロトコルの制御信号の宛先として送信することを特徴とする。

【0085】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0086】

以下の説明では、スパニングツリープロトコル (IEEE 802.1D) 及び高速スパニングツリープロトコル (IEEE 802.1w) をまとめて、スパニングツリーと表現することとする。

【0087】

図 1 は、本発明を適用するネットワーク構成例を示すブロック図である。図示のネットワークは、3つの部分的なネットワーク 1、2、3 によって構成されている。図 1 のネットワーク 1 を構成するノード 11～14 が本発明のノードであり、ノード 21、22、31、32 は、従来のスパニングツリー対応ノードである。また、図 1 は、物理的には一つのネットワーク構成を示しているが、図 1 のようなネットワークが構成される場面としては以下に示す 2通りのケースが考えられる。

【0088】

一つは、複数のノードを接続した既設のネットワークにおいて、前記ネットワークをドメインによって複数の部分ネットワークに分割した場面で、このときに

部分ネットワーク 1 に属するノードを本発明によるノードと置換することで、図 1 のネットワークを構成することができる。

【0089】

もう一つは、既設のネットワーク同士を接続する場面である。こちらの場面について図 1 を用いて説明する。ネットワーク 2 とネットワーク 3 とが既設である場合に、これらを接続するために、新たにノード 11～14 を敷設しネットワーク 1 を追加して、図 1 のネットワークを構成することができる。

【0090】

本発明は、上述の既存のネットワークを分割しその一部のノードを本発明のノードに置き換えた場面、および、別々に存在する既存のネットワークを本発明によるノードを用いて接続する場面の何れの場面においても適用可能である。

【0091】

以下では、後者の場面に基づいて説明を行うが、前者の場面であっても、図 1 に示した物理的なネットワークの構成は同じであるので、同様の動作が可能である。

【0092】

ネットワーク 1 は、ネットワーク 2 とネットワーク 3 を、相互に接続するための、スパニングツリーもしくはレジリエント・パケット・リング (RPR) 等のプロトコル (以下、接続プロトコルという) が動作するネットワークである。ネットワーク 1 は、本発明によるノード 11～14 の 4 つのノードを有する。

【0093】

ネットワーク 2 は、スパニングツリーが動作する既設のネットワークであり、ノード 11 及びノード 12 を介してネットワーク 1 と接続されている。このネットワーク 2 は、ノード 21 及びノード 22 を有する。ノード 21、22 は必ずしも本発明によるノードである必要はない。

【0094】

ネットワーク 3 は、スパニングツリーが動作する既設のネットワークであり、ノード 13 及びノード 14 を介してネットワーク 1 と接続されている。このネットワーク 3 は、ノード 31 及びノード 32 を有する。ノード 31、32 は必ずし

も本発明によるノードである必要はない。

【0095】

ネットワーク 1 内に存在するノード 1 1 は、配下に端末を収容しないノードであり、既設のネットワーク 2 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 8 に相当）とを備える。このように、本発明によるノード 1 1 は、2 系統のスパニングツリーのそれぞれを制御するツリーマネージャを別々に有している。このノード 1 1 は、ノード 2 1、ノード 2 2、ノード 1 2、ノード 1 3 とそれぞれ物理的に接続されている。

【0096】

ネットワーク 1 内に存在する本発明によるノード 1 2 は、配下に端末を収容しないノードであり、ネットワーク 2 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 8 に相当）とを備える。このノード 1 2 は、ノード 2 1、ノード 2 2、ノード 1 1、ノード 1 4 とそれぞれ物理的に接続されている。

【0097】

ネットワーク 1 内に存在する本発明によるノード 1 3 は、配下に端末を収容しないノードであり、ネットワーク 3 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 8 に相当）とを備える。このノード 1 3 は、ノード 1 1、ノード 1 4、ノード 3 1、ノード 3 2 とそれぞれ物理的に接続されている。

【0098】

ネットワーク 1 内に存在する本発明によるノード 1 4 は、配下に端末を収容しないノードであり、ネットワーク 3 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネ

ージャ108に相当)とを備える。このノード14は、ノード12、ノード13、ノード31、ノード32とそれぞれ物理的に接続されている。

【0099】

このように、ノード12～13も、ノード11と同様に、2系統のスパニングツリーのそれぞれを制御するツリーマネージャを別々に有している。

【0100】

ネットワーク2内に存在するノード21は、スパニングツリーを管理するツリーマネージャ(図2のツリーマネージャ104に相当)を備えていなければならない。このノード21は、ノード22、ノード11、及びノード12に物理的に接続されている。

【0101】

ネットワーク2内に存在するノード22は、ノード21と同様のノードである。このノード22は、ノード21、ノード11、及びノード12に物理的に接続されている。

【0102】

ネットワーク3内に存在するノード31は、スパニングツリーを管理するツリーマネージャ(図2のツリーマネージャ104に相当)を備えていなければならない。このノード31はノード32、ノード13、及びノード14に物理的に接続されている。

【0103】

ネットワーク3内に存在するノード32は、ノード31と同様のノードである。このノード32は、ノード31、ノード13、及びノード14に物理的に接続されている。

【0104】

ポート111、ポート112、ポート121、ポート122は、ノード11～12に属し、ネットワーク2を接続するためのポートである。

【0105】

ポート113、ポート114、ポート123、ポート124、ポート133、ポート134、ポート143、ポート144は、ノード11～14に属し、ネッ

トワーク 1 を接続するためのポートである。

【0 1 0 6】

ポート 1 3 1、ポート 1 3 2、ポート 1 4 1、ポート 1 4 2 は、ノード 1 3 ～ 1 4 に属し、ネットワーク 3 を接続するためのポートである。

【0 1 0 7】

(第 1 の実施の形態)

図 2 は、図 1 におけるノード 1 1 の第 1 の実施の形態による構成を詳細に示したブロック図である。

【0 1 0 8】

図 2 において、設定部 1 0 0 U は、初期設定として、キーボード、マウス、T E L N E T、W E B 等の手段を用いて、以下の (1) ～ (6) に挙げる設定命令を受け付ける。さらに、(1) の設定結果に基づき、ポート 1 1 1 ～ポート 1 1 4 を、既設のネットワークのスパニングツリーを管理するツリーマネージャ 1 0 4、もしくは障害検出器 1 0 9 のどちらか一方に接続するほか、(2) ～ (5) の設定結果に基づき、転送器 1 0 1、転送器 1 0 5 を設定し、さらに (5) および (6) の設定結果に基づき、ツリーマネージャ 1 0 4、ツリーマネージャ 1 0 8 の設定も行う。

【0 1 0 9】

(1) 各ポートがネットワーク 1 とネットワーク 2 のどちらに属するか。

【0 1 1 0】

(2) ネットワーク 2 側スパニングツリー作成用の B P D U フレームをネットワーク 1 側に送信する場合に宛先となるノード (ネットワーク 1 とネットワーク 2 の両方に接続された隣接ノード) のノード I D。

【0 1 1 1】

(3) ノード (ノード 1 1) が主に所属するネットワーク (図 1 ではネットワーク 1)。

【0 1 1 2】

(4) 2 重障害時にネットワーク 2 側ポートを遮断するかしないか。

【0 1 1 3】

この設定命令は、例えば、後述する2重障害の発生においてルート／ノード信号の送信に利用される。

【0114】

(5) (2) で設定したノードが接続されているポート。

【0115】

(6) IEEE802.1DもしくはIEEE802.1Wに規定されている、ポート、リンクのコスト及び、ノードのプライオリティ。

【0116】

なお、ネットワーク1のノード12、13、14についても、図2と同様の構成となっている。この場合、上記のノード11の説明におけるポート111～ポート114がそれぞれのノードのポートとなり、ネットワーク2がノード12ではネットワーク2のままで、ノード13、14ではネットワーク3となる。

【0117】

転送器101は、ツリーマネージャ104より入力されたフレームのヘッダ等の情報を参照し、テーブル103に記載された出力ポートに、入力された前記フレームを転送する。仮に、テーブル103に出力先ポートの記載がない場合は、入力ポート以外のポートに、入力されたフレームをコピーして転送する。

【0118】

アドレス学習器102は、転送器101に入力されるフレームのソースアドレスを基に、テーブル103に宛先アドレスに対応した出力ポート等の経路情報を書き込む。

【0119】

テーブル103は、宛先MACアドレスに対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブル103への書き込みはアドレス学習器102によって行われ、テーブル103に記載された経路情報は、転送器101によって読み出される。

【0120】

ツリーマネージャ104は、以下に挙げる3つの機能を有する。

【0121】

(1) ポート 111、ポート 112、及び仮想ポート 116 から入力されたフレームをスパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、転送器 101 へのフレームの転送もしくは廃棄を行う。

【0122】

(2) 転送器 101 から入力されたフレームをスパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、ポート 111、ポート 112、及び仮想ポート 116 へのフレームの転送もしくは廃棄を行う。

【0123】

(3) スパニングツリーの作成のために、ポート 111、ポート 112、及び仮想ポート 116 との間で、BPDU フレームの送受信を行う。そして、BPDU フレームに記載されたコマンドに従ってスパニングツリープロトコルを用いて、その内部に有するポート遮断器 (図 4 の 1045 ~ 1047) を制御することで、ネットワーク 2 のスパニングツリーを作成する。

【0124】

転送器 105 は、ツリーマネージャ 108 より入力されたフレームのヘッダ等の情報を参照し、テーブル 107 に記載された出力ポートに、前記フレームを転送する。仮に、テーブル 107 に出力先ポートの記載がない場合は、入力ポート以外のポートに、入力されたフレームをコピーして転送する。

【0125】

アドレス学習器 106 は、転送器 105 に入力されるフレームのソースアドレスを基に、テーブル 107 に宛先アドレスに対応した出力ポート等の経路情報を書き込む。

【0126】

テーブル 107 は、宛先 MAC アドレスに対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブルへの書き込みはアドレス学習器 106 によって行われ、前記テーブル 107 に記載された経路情報は、転送器 105 によって読み出される。

【0127】

ツリーマネージャ 108 は、以下に挙げる 4 つの機能を有する。

【0 1 2 8】

(1) ポート 1 1 3、ポート 1 1 4 から入力されたフレームを、スパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、フレームの転送器 1 0 5 への転送もしくは廃棄を行う。

【0 1 2 9】

(2) 転送器 1 0 5 から入力されたフレームを、スパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、ポート 1 1 3、ポート 1 1 4 へ転送もしくは廃棄を行う。

【0 1 3 0】

(3) スパニングツリーの作成のために、ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 との間で、B P D U フレームの送受信を行う。そして、B P D U フレームに記載されたコマンドに従ってスパニングツリープロトコルを用いて、その内部に有するポート遮断器 (図 4 の 1 0 4 5 ~ 1 0 4 6) を制御することで、ネットワーク 1 についてのスパニングツリーを構築する。

【0 1 3 1】

(4) 障害検出器 1 0 9 からの障害信号を受け、スパニングツリーの障害検出を高速化する。

【0 1 3 2】

障害検出器 1 0 9 は、ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 に対して、障害検出用フレームをあらかじめ定められた時間間隔で定期的を送る。また、ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 から、障害検出用フレームを受信し、前記障害検出用フレームの到着間隔があらかじめ定められた時間間隔を超えている場合に、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して障害信号を発信する。

【0 1 3 3】

仮想ポート 1 1 6 は、ノード 1 1 の内部的なポートであり、ツリーマネージャ 1 0 4 と転送器 1 0 5 との間で、フレームの送受信を中継する。

【0 1 3 4】

仮想ポートは、ネットワーク 1 に属し、既存のネットワーク 2 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノードでは、他の隣接するノードであって

、「ネットワーク 1 に属しネットワーク 2 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノード」の数だけの仮想ポートを持つ。ノード 11 (図 2) では、この条件を満たす隣接ノードは、ノード 12 のみであるので、仮想ポートは 1 つとなっている。

【0135】

同様に、ネットワーク 1 に属し、既設のネットワーク 3 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノードでは、他の隣接するノードであって、「ネットワーク 1 に属しネットワーク 3 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノード」の数だけの仮想ポートを持つ。

【0136】

従って、図 1 におけるノード 11 及びノード 13 では、それぞれ仮想ポート 116 が 1 つ設置されることになる。

【0137】

図 3 は、図 2 におけるテーブル 103 の構成例を詳細に示した図である。

【0138】

宛先 MAC 1031 は、転送器 101 が出力ポートを検索する際の検索キーとなるフィールドであり、MAC アドレスが記載される。

【0139】

出力ポート 1032 は、宛先 MAC 1031 に対応する出力ポート ID が記載されるフィールドである。このフィールドには 1 つもしくは複数のポート ID、及び仮想ポート ID が記載される。例えば、入力フレームの宛先 MAC アドレスが “1A 12 26 4F 5G 08” となっていたら、当該フレームは出力ポート 111 に出力するように転送器 101 は制御を行う。

【0140】

図 4 は、図 2 におけるツリーマネージャ 104 の構成を詳細に示したブロック図である。

【0141】

ツリーコントローラ 1041 は、BPDU 送受信機 1042 ~ BPDU 送受信機 1044 が受信する BPDU フレームの情報に基づいて、ループが発生しない

ように論理ネットワーク（スパニングツリー）を構築するために、ポート遮断機 1 0 4 5 ～ポート遮断機 1 0 4 7 を用いて、ポート 1 1 1、ポート 1 1 2、仮想ポート 1 1 6 を開閉する。

【0 1 4 2】

B P D U 送受信機 1 0 4 2 は、スパニングツリーで規定されている B P D U フレームを送受信する。B P D U 送受信機 1 0 4 2 は、以下の動作を行う。

【0 1 4 3】

（１）ポート 1 1 1 から入力されたフレームの宛先 M A C アドレスを確認し、宛先 M A C アドレスが B P D U 用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス（0 1 - 8 0 - C 2 - 0 0 - 0 0 - 0 0）である場合にはそのフレームを受信し、ツリーコントローラ 1 0 4 1 と連携して、スパニングツリー作成処理を行う。

【0 1 4 4】

（２）ポート 1 1 1 から入力されたフレームの宛先 M A C アドレスがブリッジグループアドレスでない場合は、データフレームの入力があったとみなし、前記フレームをポート遮断器 1 0 4 5 に転送する。

【0 1 4 5】

（３）ツリーコントローラ 1 0 4 1 からの要請で B P D U フレームを送信する場合、B P D U フレームを作成して、ポート 1 1 1 に送信する。

【0 1 4 6】

（４）ポート遮断器 1 0 4 5 から入力されたフレームに対しては何ら処理を加えることなくそのままポート 1 1 1 に向けて転送する。

【0 1 4 7】

B P D U 送受信器 1 0 4 3 は、上述した B P D U 送受信器 1 0 4 2 と同様の動作を行う。

【0 1 4 8】

また、B P D U 送受信器 1 0 4 4 は、以下の動作を行う。

【0 1 4 9】

(1) 仮想ポート 116 から入力されたフレームの宛先MACアドレスを確認し、宛先MACがBPDU用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス (01-80-C2-00-00-00) である場合にはそのフレームを受信し、ツリーコントローラ 1041 と連携して、スパニングツリー作成処理を行う。

【0150】

(2) 仮想ポート 116 から入力されたフレームの宛先MACアドレスがブリッジグループアドレスでない場合であっても、フレームの中身を確認し、BPDUフレームである場合は、前記フレームを受信し、ツリーコントローラ 1041 と連携して、スパニングツリー作成処理を行う。

【0151】

(3) 仮想ポート 116 から入力されたフレームの宛先MACアドレスがブリッジグループアドレスでなく、かつBPDUフレームでもない場合は、前記フレームをポート遮断器 1047 に転送する。

【0152】

(4) ポート遮断器 1047 から入力されたフレームに対しては何ら処理を加えることなくそのまま仮想ポート 116 に向けて転送する。

【0153】

(5) ツリーコントローラ 1041 からの要請でBPDUフレームを送信する場合は、仮想ポート 116 に接続されているため、送信するBPDUフレームの宛先MACにはブリッジグループアドレスではなく、初期設定の(2)であらかじめ設定したノードのMACアドレスを宛先アドレスとしてBPDUフレームを作成し、仮想ポート 116 に送信する。

【0154】

この(5)の動作に関し、例えば、ノード11のBPDU送受信器1044では、ノード12のMACアドレスを宛先として指定し、ノード12のBPDU送受信器1044では、ノード11のMACアドレスを宛先として指定する。こうすることにより、ネットワーク2に作成されるスパニングツリーとネットワーク1に作成されるスパニングツリーを分離して別々に作成することが可能となる。また、同様に、ノード13のBPDU送受信器1044では、ノード14のMA

Cアドレスを指定し、ノード14のBPDU送受信器1044では、ノード13のMACアドレスを指定する。この動作は、仮想ポートに接続されたBPDU送受信器でのみ行い、通常のポートに接続されたBPDU送受信器では、宛先MACにはブリッジグループアドレスを利用する。

【0155】

ポート遮断器1045は、ツリーコントローラ1041からの命令を受け、ポートの開閉を行う。

【0156】

ポート遮断器1045が、ツリーコントローラ1041からポートを開けるように指示を受けた場合は、BPDU送受信器1042から入力されるフレームを、転送器101に向けて転送し、さらに、転送器101から入力されたフレームは、BPDU送受信器1042に向けて転送する。

【0157】

ポート遮断器1045が、ツリーコントローラ1041から、論理的にネットワークを切断するためにポートを閉めるよう指示を受けた場合は、BPDU送受信器1042から入力されるフレーム及び、転送器101から入力されるすべてのフレームを廃棄する。

【0158】

ポート遮断器1046及び1047は、ポート遮断器1045と同様の動作を行う。

【0159】

図5は、図2におけるテーブル107の構成例を詳細に示した図である。

【0160】

宛先MAC1071は、転送器105が出力ポートを検索する際の検索キーとなるフィールドであり、MACアドレスが記載される。

【0161】

出力ポート1072は、宛先MAC1071に対応する出力ポートIDが記載されるフィールドである。このフィールドには1つもしくは複数のポートID、及び仮想ポートIDが記載される。

【0162】

図6は、図2におけるツリーマネージャ108の構成を詳細に示したブロック図である。

【0163】

ツリーコントローラ1041Aは、BPDU送受信機1042A及びBPDU送受信機1043Aが受信するBPDUフレームの情報、及び障害検出器109からの情報に基づいて、ループが発生しないように論理ネットワーク（スパニングツリー）を構築するために、ポート遮断機1045及びポート遮断機1046Aを用いて、ポート113、ポート114を開閉する。

【0164】

BPDU送受信機1042Aは、スパニングツリーで規定されているBPDUフレームを送受信する。BPDU送受信機1042Aは、ポート113からフレームの入力を受けると、入力されたフレームの宛先MACアドレスを確認し、宛先MACがBPDU用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス（01-80-C2-00-00-00）である場合にはそのフレームを受信し、ツリーマネージャ1041Aと連携してスパニングツリー作成処理を行う。入力されたフレームの宛先MACアドレスがブリッジグループアドレスでない場合は、データフレームの入力があったとみなし、前記フレームをポート遮断器1045Aに転送する。

【0165】

BPDU送受信器1043Aは、BPDU送受信器1042Aと同様の動作を行う。

【0166】

ポート遮断器1045Aは、ツリーコントローラ1041Aからの命令を受け、ポートの開閉を行う。

【0167】

ポート遮断器1045Aが、ツリーコントローラ1041Aからポートを開けるように指示を受けた場合は、BPDU送受信器1042Aから入力されるフレームを、転送器105に向けて転送し、さらに、転送器105から入力されたフ

レームは、B P D U送受信器 1 0 4 2 Aに向けて転送する。

【0168】

ポート遮断器 1 0 4 5 Aが、ツリーコントローラ 1 0 4 1 Aから、論理的にネットワークを切断するためにポートを閉めるよう指示を受けた場合は、B P D U送受信器 1 0 4 2 Aから入力されるフレーム及び、転送器 1 0 5から入力されるすべてのフレーム廃棄する。

【0169】

ポート遮断器 1, 0 4 6 Aは、ポート遮断器 1 0 4 5 Aと同様の動作を行う。

【0170】

図7は、図2における障害検出器 1 0 9の構成を詳細に示したブロック図である。

【0171】

信号分離機 1 0 9 1は、ポート 1 1 3から入力された障害検出信号を、障害検出信号送受信器 1 0 9 3に転送し、ポート 1 1 3から入力された障害検出信号以外の信号を、ポートポート 1 1 3出力を通じてツリーマネージャ 1 0 8に転送する。さらに、障害検出信号送受信器 1 0 9 3から送信された障害検出信号を、ポート 1 1 3に向けて転送し、また、ツリーマネージャ 1 0 8から入力された信号を、ポート 1 1 3に向けて転送する。

【0172】

信号分離機 1 0 9 2は、信号分離機 1 0 9 1と同様の動作を行う。

【0173】

障害検出信号送受信器 1 0 9 3は、あらかじめ定められた間隔で障害検出信号を信号分離機 1 0 9 1に向けて送信し、また、信号分離機 1 0 9 1より受信した障害検出信号の到着間隔等から障害を検出し、ツリーマネージャ 1 0 8に対して通知する。

【0174】

障害検出信号送受信器 1 0 9 4は、障害検出信号送受信器 1 0 9 3と同様の動作を行う。

【0175】

(第1の実施の形態の動作例1:図1のトポロジにおいて境界上をブロッキングさせずスパニングツリーを構築)

次に図1および図30を参照し、本実施の形態における第1の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【0176】

本動作例では、図1に示す物理トポロジからなるネットワークにおいて、スパニングツリーを構築し、データの転送を可能にする動作について説明する。

【0177】

まず、ネットワーク1に属するノード11~14において、接続側(ネットワーク1側)のツリーマネージャ108を稼働させてネットワーク1のスパニングツリーを作成する。この時点では、既設側(ネットワーク2側)のツリーマネージャ104を、まだ作動させないでおく。すると、ノード11のツリーマネージャ108からは、ポート111および112は認識できないので、ツリーマネージャ108から認識されるネットワーク構成、つまり、ネットワーク1の構成は、図30の(a)に示すようになる。そして、ノード11~14のツリーマネージャ108がBPDUフレームをやり取りしつつネットワーク1のスパニングツリーを作成する。作成されるスパニングツリーの形状の一例を、図30(a)の太線で示す。なお、スパニングツリーの形状は、IEEE802.1DもしくはIEEE802.1Wに記されている方式に従い、リンクおよびポートに設定されたコストや、ノードに設定されたプライオリティによって決定する。以降、ここで作成したスパニングツリーを、ネットワーク1のツリーと呼ぶ。

【0178】

次に、ネットワーク1のツリーが安定した後に、既設側のネットワーク2のツリーを作成する。ここで安定とは、BPDUフレームがHello Timerで指定された時間間隔より短い時間間隔で出力されなくなったことや、スパニングツリーのツリー構造が一定時間以上変化しなくなった状態のことを言う。

【0179】

ネットワーク2のツリーを作成するために、ノード11および12のツリーマネージャ104、ならびに、ノード21、22およびネットワーク2に属する他

のノードのツリーマネージャを稼働させる。そして、ノード11および12のツリーマネージャ104、ならびに、ノード21、22およびネットワーク2に属する他のノードのツリーマネージャがBPDUフレームをやり取りしつつネットワーク2のスパニングツリーを作成する。このとき、ノード11では、ネットワーク2のツリーの作成を行うツリーマネージャ104が、スパニングツリー作成のためにBPDUフレームを送信する際に、送信するBPDUフレームのうち、ネットワーク1側、つまり仮想ポート116に送信するBPDUフレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部100Uの(2)の設定命令で設定されたノードのMACアドレス（この場合はノード12のMACアドレス）を宛先アドレスとして仮想ポート116に送信する。

【0180】

同様に、ノード12は、ツリーマネージャ104が送信するBPDUフレームのうち、ネットワーク1側、つまり仮想ポート116に送信するBPDUフレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部100Uの(2)の設定命令で設定されたノードのMACアドレス（この場合はノード11のMACアドレス）を宛先アドレスとして仮想ポート116に送信する。

【0181】

上述の処理によってノード12より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード11のMACアドレスを指定してネットワーク1側に送信されたBPDUフレームは、ネットワーク1内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード11に届く。ノード11は、このBPDUフレームをポート113または114で受信する。当該受信したフレームは、宛先アドレスがブリッジグループアドレスではないので、ツリーマネージャ108内のBPDU送受信器1043を通過し転送器105まで到達する。そして、転送器105において、当該フレームは、自ノード宛のフレームであると認識されるので、仮想ポート116に転送される。そして、当該フレームは、仮想ポート116を経由してツリーマネージャ104のBPDU送受信器1044に到達する。ここで、BPDU送受信器1044は、当該フレームを受信し、フレーム内容を確認して当該フレームがBPDUフレームであることを知るので、ツリーコントローラ1

041と連携して、ネットワーク2のスパニングツリー作成処理を行う。

このとき、ノード12からノード11に送られるBPDUフレームは、ノード14、ノード13を経由して送られても構わない。このBPDUフレームの宛先にはノード11のMACアドレスが格納されているので、ノード13やノード14では、何ら処理されないからである。そして、ノード11では、ノード14、ノード13経由で送られたBPDUフレームをポート113で受信し、それ以降の処理は、上記と同じである。

【0182】

上記動作例によると、ネットワーク2側のスパニングツリー作成時には、ツリーマネージャ104から見て、ノード11と12の間は常に隣接した1本のリンクのように見える。理由は以下の通りである。ツリーマネージャ104からは、ポート113、114は認識できず、仮想ポート116のみが認識できる。そして、ツリーマネージャ104から仮想ポート116に送信されるBPDUフレームの宛先は、隣接ノード(ノード11または12)のMACアドレスに置換されているので、ツリーマネージャ104からはノード13、14を認識することができないからである。この結果、ツリーマネージャ104から認識されるネットワーク構成、つまり、ネットワーク2の構成は、図30の(b)に示すようになる。そして、この動作によって、作成されるスパニングツリーの一例を、図30(b)に太線で示す。この例は、ノード21がネットワーク2のツリーのルートノードとなっている例である。

【0183】

なお、ループ発生を防止するために、ノード11と12の間のリンクが、常にツリーの枝になるように設定する必要がある。通常のスパニングツリープロトコルを用いるのであれば、ネットワーク2から見たノード11とノード12の間のリンク、つまり仮想ポート116のコストを最小にすることで、ノード11と12との間のリンクをツリーの枝に設定することができる。なお、ツリーマネージャ104に、仮想ポートに接続された特殊なリンクであることを認識させる方法としては、上述のコストを用いるほか、フレーム内に挿入されたタグやフラグ等の識別子を用いることもでき、また、ノード11と12の間のリンクがスパニン

グツリーの枝になるような設定が可能な方法であれば、他の方法を用いても良い。

【0184】

上記の動作を、ネットワーク3についても同様に行う。ノード13において、ネットワーク3のツリー作成を行うツリーマネージャ104から、ネットワーク1側にBPDUフレームを送信する場合には、ノード13は宛先MACアドレスにノード14のMACアドレスを付加したBPDUフレームをネットワーク1側（仮想ポート116）に送信する。ノード13、14のツリーマネージャ104から認識されるネットワーク構成、つまり、ネットワーク3の構成は、図30の(c)に示すようになる。この例では、ノード31がネットワーク3のツリーのルートノードとなって作成された、ネットワーク3から見たスパニングツリーを太線で示している。

【0185】

ここで、実際のスパニングツリーでは、図8に示すように、ノード13と14の間は切断されている。しかし、ネットワーク3から見ると、ノード13と14の間は接続されているように見える。これは、ネットワーク3では、ノード13と14の間は常に隣接した1本のリンクのように見えており、そして、実際のスパニングツリーでは、このノード13と14の間は、ネットワーク1によりノード13-11-12-14の経路によって接続されているからである。

【0186】

同様に、ノード14が、ネットワーク3のツリー作成のために、ツリーマネージャ104からBPDUフレームをネットワーク1側（仮想ポート116）に送信する場合は、ノード13の宛先MACアドレスを付加して送信する。

【0187】

以上の動作を行い、ネットワーク1～3の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ネットワークの論理トポロジ（スパニングツリー）は、ループが生じない形状となって収束する。完成したツリーの構成例を、図8に示す。なお、ツリー構成は、リンクコスト等のパラメータによって変化するため、図1の物理トポロジを持ったネットワークにおいて、必ずしも図8のツリー構

成になるとは限らない。このように構築されたツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流すことにより、フレームを転送することができる。

【0188】

このフレーム転送は、通常のネットワークと同様に、各ノードにおいて、フレームの送信先アドレスとテーブル103、107の内容とを比較参照することで、送信先ポートを決定し転送することで行われる。そして、テーブル103、107の内容は、アドレス学習器102、106において、入力フレームのソースアドレスに基づいて決定されるが、本発明のノードでは、仮想ポート116が存在し、テーブル103、107の出力ポートとして、この仮想ポート116が書き込まれる場合もある。従って、本発明のアドレス学習器102、106が学習する際には、フレームが仮想ポートから入力された場合には、当該フレームが入力されたポートではなく、仮想ポート116を、当該フレームのソースアドレスに対応した出力ポートとして、テーブル103、107に書き込む必要がある。

【0189】

なお、上記3つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【0190】

また、ノード21、ノード22及びノード31、ノード32は、従来のスパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要とならない。

【0191】

(第1の実施の形態の動作例2：ネットワーク1における単一障害発生)

次に、図1、図2、図8及び図9を参照し、本実施の形態における第2の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【0192】

本動作例では、図8に示すトポロジにおいて、ネットワーク1内を構成する4本のリンクのうち、いずれか1本に障害が発生した場合の動作について説明する。本動作例では、ノード11とノード12の間のリンクに障害が発生したとして説明する。

【0193】

図1に示すネットワークにおいて、動作例1に示す動作により、図8に示す構成のツリーが作成され、ツリーが安定しているとする。

【0194】

この状態において、ノード11とノード12の間のリンクに障害が発生すると、障害検出器109が短い時間間隔で定期的に送っていた障害検出フレームが一定時間以上到着しなくなるため、障害検出器109はツリーマネージャ108に対して、障害検知信号を送る。

【0195】

すると、ツリーマネージャ108によって、ネットワーク1内のツリーが再構成される。この再構成は、ツリーマネージャ108で動作する高速スパニングツリーアルゴリズムにより高速に行われる。再構成後のツリーの一例を図9に示す。(ツリーの形状は、ノード、リンクのコスト等によって、変化する。)

【0196】

再構成によって、再構成前はノード11とノード12を直接結ぶリンクを用いて転送されていた、ノード11のツリーマネージャ104からノード12のツリーマネージャ104宛に送信するネットワーク2のツリーのBPDUフレーム、及び、ノード12のツリーマネージャ104からノード11のツリーマネージャ104宛に送信するネットワーク2のツリーのBPDUフレームは、ノード11、ノード13、ノード14、ノード12を順に結ぶ経路を用いて転送されるようになる。

【0197】

しかしながら、再構成により実際の転送経路は変更されるが、ネットワーク2のツリーから見ると、コスト等や経路に変化は見られないので、ネットワーク2のスパニングツリー構成には全く影響しない。この理由は、ネットワーク2のツリーのBPDUフレームは、ノード11及びノード12のツリーマネージャ108や、ノード13、及びノード14では処理されず、ネットワーク2のツリーからみて、ネットワーク1側へフレームを転送するポートは、常に仮想ポート116であって変化することが無いからである。

【0198】

なお、ネットワーク 1 のツリー再構成が完了するまでは、フレームが伝達されないが、この時間は非常に短時間であるため、もしネットワーク 2 のツリーの B P D U フレームが再構成完了前にネットワーク 1 側に送信されて欠落したとしても、障害としては検知されない。これは、一例をあげれば、ネットワーク 2 側のツリーマネージャは、通常 2 秒毎に送信する B P D U フレームについて、連続した 3 回のフレーム欠落で障害と検知するのに対し、ネットワーク 1 側の再構成は約 1 秒で完了するからである。

【 0 1 9 9 】

同様に、ネットワーク 3 のツリーを管理する、ノード 1 3 及びノード 1 4 内のツリーマネージャ 1 0 4 から見ても、ネットワーク 1 の再構成による経路変更は検出されないので、ネットワーク 3 の構成には全く影響を及ぼさない。

【 0 2 0 0 】

以上のように、ネットワーク 1 内で障害が発生した場合でも、ネットワーク 2 やネットワーク 3 には、その影響が及ばない。また、ネットワーク 1 の再構成前、再構成中、再構成後を通して、常にネットワーク内のいかなる箇所においてもループは発生しない。

【 0 2 0 1 】

(第 1 の実施の形態の動作例 3 : ネットワーク 1 における単一障害回復)

次に図 1、図 2、図 8 及び図 9 を参照し、本実施の形態における第 3 の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【 0 2 0 2 】

本動作例では、図 9 に示すトポロジにおいて、ネットワーク 1 内を構成する 4 本のリンクのうち、いずれか 1 本に発生していた障害が回復した場合の動作について説明する。本動作例では、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクに発生していた障害が回復したとして説明する。

【 0 2 0 3 】

図 1 に示すネットワークにおいて、動作例 2 に示す動作により、図 9 に示す構成のツリーが作成され、ツリーが安定しているとする。

【 0 2 0 4 】

この状態において、ノード11とノード12の間のリンク障害が回復すると、障害検出器109に再び障害検出用フレームが指定の時間間隔内に到着するようになる。すると、障害検出器109は、ツリーマネージャ108に対して出していた障害検知信号を停止する。

【0205】

これにより、ツリーマネージャ108によって、ネットワーク1内のツリーが再構成される。この再構成は、ツリーマネージャ108で動作する高速スパンニングツリーアルゴリズムにより高速に行われる。再構成後のツリーの様子を図8に示す。

【0206】

再構成によって、再構成前はノード11、ノード13、ノード14、ノード12を順に結ぶ経路を用いて転送されていた、ノード11のツリーマネージャ104からノード12のツリーマネージャ104宛に送信するネットワーク2のツリーのBPDUフレーム、及び、ノード12のツリーマネージャ104からノード11のツリーマネージャ104宛に送信するネットワーク2のツリーのBPDUフレームは、ノード11とノード12を直接結ぶリンクを用いて転送されるようになる。

【0207】

しかしながら、再構成により転送経路は変更されるが、ネットワーク2のツリーから見ると、コスト等や経路に変化は見られないので、ネットワーク2の構成には全く影響しない。この理由は、ネットワーク2のツリーのBPDUフレームは、ノード11及びノード12のツリーマネージャ108や、ノード13、及びノード14では処理されず、ネットワーク2のツリーからみて、ネットワーク1側へフレームを転送するポートは、常に仮想ポート116であって変化することが無いからである。

【0208】

なお、ネットワーク1のツリー再構成が完了するまでは、フレームが伝達されないが、この時間は非常に短時間であるため、もしネットワーク2のツリーのBPDUが再構成完了前にネットワーク1側に送信されて欠落したとしても、障害

としては検知されない。これは、一例をあげれば、ネットワーク 2 側のツリーマネージャは、通常 2 秒毎に送信する BPD U フレームについて、連続した 3 回のフレーム欠落で障害と検知するのに対し、ネットワーク 1 側の再構成は約 1 秒で完了するからである。

【0209】

同様に、ネットワーク 3 のツリーを管理する、ノード 13 及びノード 14 内のツリーマネージャ 104 から見ても、ネットワーク 1 の再構成による経路変更は検出しないので、ネットワーク 3 の構成には全く影響を及ぼさない。

【0210】

以上のように、ネットワーク 1 内で障害が発生した場合でも、ネットワーク 2 やネットワーク 3 には、その影響が及ばない。また、ネットワーク 1 の再構成前、再構成中、再構成後を通して、常にネットワーク内のいかなる箇所においてもループは発生しない。

【0211】

(第 1 の実施の形態の動作例 4：第 2 のトポロジによるスパニングツリーの構築)

次に本実施の形態における第 4 の動作例について、図 10 を参照し、具体例を示して詳細に記述する。また、第 4 の動作例における本発明のノードの構成は、図 2 とほぼ同様であるが、ポートの数が、図 2 とは異なっている。

【0212】

本動作例では、図 10 に示すトポロジにおいて、スパニングツリーを構築し、データの転送を可能にする動作について説明する。図 10 において、ネットワーク 1 は、図 1 と同様に、本発明のノード 11、12、13 及び 14 を有する。ネットワーク 2 は、ノード 21、22 及び 23 を有し、ネットワーク 3 は、ノード 31、32 及び 33 を有する。ノード 21～23、31～33 は、従来のスパニングツリーノードでよく、本発明のノードである必要はない。

【0213】

まず、ネットワーク 1 に属するノードにおいて、ツリーマネージャ 108 を用いてネットワーク 1 のスパニングツリーを作成する。この時点では、ツリーマネ

ージャ 1 0 4 を、まだ作動させないでおく。これにより、ポート 1 1 4 及びポート 1 1 5 においては B P D U フレームの送受信が行われるが、ポート 1 1 1 ~ ポート 1 1 3 の各ポートでは、B P D U フレームの送受信は行われない。以降、ここで作成したスパニングツリーを、ネットワーク 1 のツリーと呼ぶ。ここまでの動作は、動作例 1 と同様である。

【 0 2 1 4 】

次に、ネットワーク 1 のツリーが安定した後に、ネットワーク 2 のツリーを作成する。以降、安定とは、B P D U フレームが H e l l o T i m e r で指定された時間間隔より短い時間間隔で出力されなくなったことや、スパニングツリーのツリー構造が一定時間以上変化しなくなった状態のことを意味する。

【 0 2 1 5 】

ノード 1 1 は、ネットワーク 2 のツリーの作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 1 6 に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定された送信先 M A C アドレス (この場合はノード 1 2 の M A C アドレス) を付加して送信する。

【 0 2 1 6 】

同様に、ノード 1 2 は、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 1 6 に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定された送信先 M A C アドレス (この場合はノード 1 1 の M A C アドレス) を付加して送信する。

【 0 2 1 7 】

ノード 1 1 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先 M A C アドレスとしてノード 1 2 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 1 2 に届く。このときの転送経路は、ノード 1 1 からノード 1 2 を直接結ぶリンクを経由するものでも良く、また、ノード 1 3、ノード 1 4 を経由して送られても構わない。この B P D U フレームの宛先にはノード 1 2 の M A C ア

ドレスが格納されているので、ノード13やノード14では、何ら処理されないからである。

【0218】

上記動作によると、ネットワーク2側のスパニングツリー、すなわちノード11及びノード12におけるツリーマネージャ104から見て、ノード11と12の間は常に隣接した1本のリンクのように見える。この点は、動作例1と同様である。

【0219】

なお、ループ発生を防止するために、ノード11とノード12の間のリンクが、常にツリーの枝になるように設定する必要がある。こうするための一つの手法としては、仮想ポート116のコストを最小にして、通常のスパニングツリープロトコルを用いる手法があるが、この他の手法を用いても構わない。

【0220】

上記の動作を、ネットワーク3についても同様に行う。ノード13において、ネットワーク3のツリー作成を行うツリーマネージャ104から、仮想ポート116にBPDUフレームを送信する場合には、ノード13は宛先MACアドレスにノード14のMACアドレスを付加したBPDUフレームをネットワーク1側に送信する。

【0221】

同様に、ノード14が、ネットワーク3のツリー作成のために、ツリーマネージャ104から、仮想ポート116にBPDUフレームを送信する場合は、ノード13のMACアドレスを宛先MACアドレスを付加して送信する。

【0222】

以上の動作を行い、ネットワーク1～3の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ツリーの論理トポロジ（スパニングツリー）は、ループが生じない形状になって収束する。ツリーのトポロジは、図10において太線で表されている。このように構築されたツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流すことにより、フレームを転送することができる。

【0223】

なお、上記 3 つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【 0 2 2 4 】

また、ノード 2 1、ノード 2 2、ノード 2 3 及びノード 3 1、ノード 3 2、ノード 3 3 は、スパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要にならない。

【 0 2 2 5 】

(第 1 の実施の形態の動作例 5：第 3 のトポロジにおけるスパニングツリーを構築)

次に本実施の形態における第 5 の動作例について、図 1 1 及び図 1 2 を参照し、具体例を示して詳細に記述する。

【 0 2 2 6 】

図 1 1 を参照すると、本動作例においては、図 1 におけるネットワーク 1 に対して、ノード 1 5 及びノード 1 6 が追加されている。この結果、ノード 1 1 ～ノード 1 3 の各ノードにおいては、ツリーマネージャ 1 0 4 においてネットワーク 2 のツリーを管理し、ノード 1 4 ～ノード 1 6 の各ノードにおいては、ツリーマネージャ 1 0 4 においてネットワーク 3 のツリーを管理する。

【 0 2 2 7 】

図 1 2 は、図 1 1 におけるノード 1 2 の構成を示すブロック図である。

【 0 2 2 8 】

図 1 2 に示すノード 1 2 は、図 2 に示すノード 1 1 の構成に対して、ポート 1 2 5 が追加され、仮想ポートが仮想ポート 1 2 6 及び仮想ポート 1 2 7 の合計 2 個存在している点において異なる。

【 0 2 2 9 】

ネットワーク 1 に属しネットワーク 2 のツリーに対するツリーマネージャを持つノード 1 2 では、仮想ポートは、他の隣接するノードであって、「ネットワーク 1 に属しネットワーク 2 のツリーに対するツリーマネージャを持つノード」の数だけ持つ。本実施例においては、ノード 1 1 及びノード 1 3 が、ノード 1 2 に対して、「他の隣接するノードであって、ネットワーク 1 に属しネットワーク 2

のツリーに対するツリーマネージャを持つノード」にあたるため、仮想ポート 126 及び仮想ポート 127 の、合計 2 個の仮想ポートが存在する。

【0230】

仮想ポート 126 は、転送器 105 とツリーマネージャ 104 を接続する仮想ポートであり、ノード 11 内のツリーマネージャ 104 より、ノード 12 へポート 123 もしくはポート 124 より到着した B P D U フレーム（宛先にノード 12 の M A C アドレスが付加された B P D U フレーム）が通過するポートである。これ以外のポートからノード 11 からのフレームが到着した場合、当該フレームは、ツリーマネージャ、転送器等で廃棄するように初期設定する。

【0231】

仮想ポート 127 は、転送器 105 とツリーマネージャ 104 を接続する仮想ポートであり、ノード 13 内のツリーマネージャ 104 より、ノード 12 へポート 124 もしくはポート 125 より到着した B P D U フレーム（宛先にノード 12 の M A C アドレスが付加された B P D U フレーム）が通過するポートである。

【0232】

次に、図 11 に示すトポロジにおいて、スパニングツリーを構築し、データの転送を可能にする動作について説明する。

【0233】

まず、ネットワーク 1 に属するノードにおいて、ツリーマネージャ 108 を用いてネットワーク 1 のスパニングツリーを作成する。この時点では、ツリーマネージャ 104 を、まだ作動させないでおく。これにより、ネットワーク 2 側に対しては、B P D U フレームは送信されない。以降、ここで作成したスパニングツリーを、ネットワーク 1 のツリーと呼ぶ。

【0234】

次に、ネットワーク 1 のツリーが安定した後に、ネットワーク 2 のツリーを作成する。以降、安定とは、B P D U フレームが H e l l o T i m e r で指定された時間間隔より短い時間間隔で出力されなくなったことや、スパニングツリーのツリー構造が一定時間以上変化しなくなった状態のことを意味する。

【0235】

ノード11は、ネットワーク2のツリーの作成を行うツリーマネージャ104が送信するBPDUフレームのうち、ネットワーク1側、つまり仮想ポートを経由してポート113もしくはポート114を通じてネットワーク1側に送信するBPDUフレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部100Uの(2)の設定命令で設定された送信先MACアドレス（この場合はノード12のMACアドレス）を付加して送信する。

【0236】

ノード12は、ツリーマネージャ104が送信するBPDUフレームのうち、ネットワーク1側、つまり仮想ポート126を通じてポート123もしくはポート124のいずれかのポートを用いてネットワーク1側に送信するBPDUフレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部100Uの(2)の設定命令で設定された送信先MACアドレス（この場合はノード11のMACアドレス）を付加して送信する。

【0237】

ノード12は、ツリーマネージャ104が送信するBPDUフレームのうち、ネットワーク1側、つまり仮想ポート127を通じてポート124もしくはポート125のいずれかのポートを用いてネットワーク1側に送信するBPDUフレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部100Uの(2)の設定命令で設定された送信先MACアドレス（この場合はノード13のMACアドレス）を付加して送信する。

【0238】

上述の処理によってノード11より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード12のMACアドレスを指定してネットワーク1側に送信されたBPDUフレームは、ネットワーク1内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード12に届く。ノード12は、このBPDUフレームをポート123または124で受信する。当該受信したフレームは、宛先アドレスがブリッジグループアドレスではないので、ツリーマネージャ108内のBPDU送受信器1043を通過し転送器105まで到達する。そして、転送器105において、当該フレームは、ノード11から自ノード宛のフレームであると認識さ

れるので、仮想ポート 126 に転送される。そして、当該フレームは、仮想ポート 126 を経由してツリーマネージャ 104 の B P D U 送受信器 1044 に到達する。ここで、B P D U 送受信器 1044 は、当該フレームを受信し、フレーム内容を確認して当該フレームが B P D U フレームであることを知るので、ツリーコントローラ 1041 と連携して、ネットワーク 2 のスパニングツリー作成処理を行う。

このとき、ノード 11 からノード 12 に送られる B P D U フレームは、ノード 14、ノード 15 を経由して送られても構わない。この B P D U フレームの宛先にはノード 12 の M A C アドレスが格納されているので、ノード 14 やノード 15 では、何ら処理されないからである。

【0239】

同様に、ノード 12 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード 11 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 11 に届く。従ってこの B P D U フレームは、ノード 15 やノード 14 を通過したとしても処理されない。

【0240】

同様に、ノード 12 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード 13 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 13 に届く。従ってこの B P D U フレームは、ノード 15 やノード 16 を通過したとしても処理されない。

【0241】

上記動作によると、ネットワーク 2 側のスパニングツリー作成時は、ノード 11～ノード 13 の各ノードにおけるツリーマネージャ 104 から見て、ノード 11 と 12 の間、及び、ノード 12 とノード 13 の間は常に隣接した 1 本のリンクのように見える。

理由は以下の通りである。ノード 12 のツリーマネージャ 104 からは、ポート 123～125 は認識できず、仮想ポート 126、127 のみが認識できる。

そして、ツリーマネージャ 1 0 4 から仮想ポート 1 2 6 に送信される B P D U フレームの宛先は、隣接ノード(ノード 1 1)の M A C アドレスに置換されているので、ツリーマネージャ 1 0 4 からはノード 1 4 ~ 1 6 を認識することができないからである。

【 0 2 4 2 】

なお、ループ発生を防止するために、ノード 1 1 と 1 2 の間のリンク、ノード 1 2 と 1 3 の間のリンクが、常にツリーの枝になるように設定する必要がある。通常のスパニングツリープロトコルを用いるのであれば、ネットワーク 2 から見たノード 1 1 とノード 1 2 の間のコスト、及び、ノード 1 2 とノード 1 3 の間のコストを最小にすることで、ノード 1 1 と 1 2 の間のリンク、ノード 1 2 と 1 3 の間のリンクを、ツリーの枝に設定することができる。

なお、ツリーマネージャ 1 0 4 に、仮想ポートに接続された特殊なリンクであることを認識させる方法としては、上述のコストを用いるほか、フレーム内に挿入されたタグやフラグ等の識別子を用いることもでき、また、ノード 1 1 と 1 2 の間、ノード 1 2 と 1 3 の間のリンクがスパニングツリーの枝になるような設定が可能な方法であれば、他の方法を用いても良い。

【 0 2 4 3 】

上記の動作を、ネットワーク 3 についても同様に行う。ノード 1 4 において、ネットワーク 3 のツリー作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 から、ポート 1 4 3 もしくはポート 1 4 4 を通じてネットワーク 1 側に B P D U フレームを送信する場合には、ノード 1 4 は宛先アドレスにノード 1 5 の M A C アドレスを付加した B P D U フレームをネットワーク 1 側に送信する。

【 0 2 4 4 】

ノード 1 5 は、ノード 1 2 と同様に、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、仮想ポートを通じてポート 1 5 3 もしくはポート 1 5 4 のいずれかのポートを用いてネットワーク 1 側に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定された送信先 M A C アドレス（この場合はノード 1 4 の M A C アドレス）を付加して送信する。

【 0 2 4 5 】

ノード15は、ノード12と同様に、ツリーマネージャ104が送信するBPDUフレームのうち、仮想ポートを通じてポート154もしくはポート155のいずれかのポートを用いてネットワーク1側に送信するBPDUフレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定された送信先MACアドレス（この場合はノード16のMACアドレス）を付加して送信する。

【0246】

以上の動作を行い、ネットワーク1～3の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ツリーのトポロジは、ループが生じない形状になって収束する。ツリーのトポロジは、図11において太線で表されている。このツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流して、フレームを転送することができる。

【0247】

なお、上記3つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【0248】

また、ノード21、ノード22、及び、ノード31、ノード32は、スパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要にならない。

【0249】

（第1の実施の形態の効果）

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0250】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0251】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン（複数のネットワーク毎）毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【0252】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全

体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【0253】

(第2の実施の形態)

以下、本発明の第2の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0254】

本発明の第2の実施の形態は、図2の第1の実施の形態において、ツリーマネージャ104を更に機能拡張したツリーマネージャ104Aにし、障害検出器109を機能拡張した障害検出器109Aにし、遮断器110を追加する点において異なる。

【0255】

この第2の実施の形態においては、障害検出器109Aで2重障害を検出すると、ルートノード以外のノードにおいて遮断器110においてポートを遮断することで、単一障害はもちろん、多重障害発生時においてもループ発生を防止することができる。

【0256】

図13は、図1におけるノード11の第2の実施の形態による構成を示したブロック図である。

【0257】

ツリーマネージャ104Aは、第1の実施の形態におけるツリーマネージャ104の動作のほか、自ノードがルートノードとなっている状態において、遮断器110に対してルートノード信号を送出する動作を行う。

【0258】

障害検出器109Aは、以下の動作を行う。

【0259】

(1) ポート113及びポート114に対して、障害検出用フレームをあらかじめ定められた短い時間間隔で定期的を送る。

【0260】

(2) ポート113及びポート114から、障害検出用フレームを受信し、前記障害検出用フレームの到着間隔があらかじめ定められた時間間隔を超えている場合に、ツリーマネージャ108に対して障害信号を発信する。

【0261】

(3) ポート114側で検出した障害情報(フラグ)を、ポート113側から送信する障害検出用フレーム内の障害ビット領域に書き込んで、対向するノード13に伝達する。

【0262】

(4) ポート113側で受信した障害検出フレーム内の障害ビット領域(フラグ)により、ノード13が検出した障害を検知する。

【0263】

(5) (3)におけるポート114側の障害と、(4)におけるノード13が検出した障害が、同時に発生した場合、遮断器110に対してポート遮断信号を出力する。

【0264】

遮断器110は、以下の動作を行う。

【0265】

(1) 障害検出器109Aからポート遮断信号が届いていない状態(自ノードがルートノードであるか否かは無関係)では、ポート111から入力されたフレームをツリーマネージャ104Aにそのまま転送し、ポート112から入力されたフレームをツリーマネージャ104Aにそのまま転送する。また、ツリーマネージャ104Aからポート111に出力されたフレームをポート111にそのまま転送し、ツリーマネージャ104Aからポート112に出力されたフレームを、ポート112にそのまま転送する。

【0266】

(2) 障害検出器109Aからポート遮断信号が届いており、かつ、自ノードがルートノードでない場合は、ポート111、ポート112及び、ツリーマネージャ104Aから遮断器110に入力されているすべてのフレームを廃棄し、ポ

ートの入出力を遮断する。

【0267】

(3) 障害検出器 109A からポート遮断信号が届いており、かつ、自ノードがルートノードである場合は、(1)と同様に、ポート 111 から入力されたフレームをツリーマネージャ 104A にそのまま転送し、ポート 112 から入力されたフレームをツリーマネージャ 104A にそのまま転送する。また、ツリーマネージャ 104A からポート 111 に出力されたフレームをポート 111 にそのまま転送し、ツリーマネージャ 104A からポート 112 に出力されたフレームを、ポート 112 にそのまま転送する。

【0268】

ここで、自ノードがルートノードであるか否かは、ツリーマネージャで管理されているので、障害検出器 109A はツリーマネージャ 104 からルートノードであるか否かの情報を得ることができる。

【0269】

図 14 は、障害検出器 109A の構成を詳細に示したブロック図である。

【0270】

障害検出信号送受信器 1093A は、以下の動作を行う。

【0271】

(1) あらかじめ定められた時間間隔で障害検出信号を信号分離機 1091 に向けて送信する。

【0272】

(2) 信号分離機 1091 より受信した障害検出信号の到着間隔等から障害を検出し、ツリーマネージャ 108 に対して通知する。

【0273】

(3) 障害検出信号送受信器 1094A で障害を検知した場合に、(1)に記した障害検出信号中の障害ビット領域に障害情報(フラグ)を書き込み、信号分離機 1091 を通じて、対向するノード 13 に伝達する。

【0274】

(4) (2)に記した、信号分離機 1091 より受信した障害検出信号内の障

害ビット領域の障害情報（フラグ）より、対向するノード13が検出した障害通知を受信する。

【0275】

(5) (3) のポート114側の障害と、(4) のノード13が検出した障害が同時に発生した場合、遮断器110に対してポート遮断信号を出力する。

【0276】

障害検出信号送受信器1094Aは、以下の動作を行う。

【0277】

(1) あらかじめ定められた間隔で障害検出信号を信号分離機1092に向けて送信する。

【0278】

(2) 信号分離機1092より受信した障害検出信号の到着間隔等から障害を検出し、ツリーマネージャ108に対して通知する。

【0279】

(3) (2) において障害を検知した場合に、障害検出信号送受信器1093Aに対して、障害検知を通知する。

【0280】

(第2の実施の形態の動作例1：単一障害→2重障害発生時の動作)

次に、図1、図9、図13及び図15を参照し、本実施の形態における動作例1について、具体例を示して詳細に記述する。

【0281】

第1の実施の形態における動作例2においては、単一の障害が発生した場合の動作について述べた。本動作例では、単一の障害が発生した後で、さらに障害が発生し、2重障害となった場合の動作について説明する。

【0282】

図1に示すネットワークにおいて、ノード11とノード12の間のリンクに障害が発生し、第1の実施の形態における動作例2に示す動作により、図9に示す構成のツリーが作成されてツリーの状態が安定しており、ネットワーク1のツリーのルートノードはノード13、ネットワーク2のツリーのルートノードはノード

ド 11、ネットワーク 3 のツリーのルートノードはノード 13 であるとする。

【0283】

なお、ネットワーク 1～3 の各ネットワークにおける、スパニングツリーのルートノードは、ノード 11～ノード 14 のいずれかに設定される。また、ネットワーク 1 において、ノード 11 もしくはノード 13 にルートノードが設定された場合は、ネットワーク 2 のルートノードはノード 11 に、ネットワーク 3 のルートノードはノード 13 になるよう、それぞれ設定する。また、ネットワーク 1 において、ノード 12 もしくはノード 14 にルートノードが設定された場合は、ネットワーク 2 のルートノードはノード 12 に、ネットワーク 3 のルートノードはノード 14 になるよう、それぞれ設定する。

【0284】

ノード 11 内の障害検出器 109A は、障害発生直後よりノード 11 において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート 113 より、ノード 11 からノード 13 に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード 13 はノード 11 とノード 12 の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0285】

さらに、ノード 12 内の障害検出器 109A は、障害発生直後よりノード 12 において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート 124 より、ノード 12 からノード 14 に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード 14 はノード 12 とノード 11 の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0286】

この状態において、ノード 13 とノード 14 の間のリンクにさらに障害が発生すると、障害検出器 109A がノード 13 のポート 134 及びノード 14 のポート 143 から短い時間間隔で定期的に送っていた障害検出フレームが一定時間以上到着しなくなるため、ノード 13 及びノード 14 の障害検出器 109A は、ノード 13 とノード 14 の間のリンクが障害したと検知できる。

【0287】

このとき、ノード13の障害検出器109Aは、ノード11に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード13とノード14の間のリンクで障害が発生したことをノード11に伝える。さらに、ノード11から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード11とノード12の間ですでに障害が発生していることを認識しているため、ノード13とノード14の間のリンク障害を検出することで、2重障害になったと判定する。そして、遮断器110に対して、2重障害検出通知を出す。

【0288】

ノード13の遮断器110は、障害検出器109Aより2重障害検出信号を受信するが、ツリーマネージャ104Aよりルートノード信号を受信中であるため、ポート131及びポート132の遮断は行わない。

【0289】

ノード13と同様に、ノード14の障害検出器109Aは、ノード12に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード13とノード14の間のリンクで障害が発生したことをノード12に伝える。さらに、ノード12から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード12とノード11の間ですでに障害が発生していることを認識しているため、ノード14とノード13の間のリンク障害を検出することで、2重障害になったと判定する。そして、遮断器110に対して、2重障害検出通知（ポート遮断信号）を出す。

【0290】

ノード14の遮断器110は、障害検出器109Aよりポート遮断信号を受信し、さらにかつ、ツリーマネージャ104Aよりルートノード信号を受信していないため、ポート141及びポート142を遮断し、フレームがポート141及びポート142と、ツリーマネージャ104Aの間で通過できないようにする。

【0291】

ノード11の障害検出器109Aは、ノード13から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード13とノード14の間の障害発生を検知する。ノード11の障害検出器109Aは、すでにノード11とノード12

の間のリンクの障害を検知しているので、2重障害になったと判定できるため、遮断器 1 1 0 に対してポート遮断信号を出す。

【0 2 9 2】

ノード 1 1 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A よりポート遮断信号を受信するが、ツリーマネージャ 1 0 4 よりルートノード信号を受信中であるため、ポート 1 1 1 及びポート 1 1 2 の遮断は行わない。

【0 2 9 3】

ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 4 から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間の障害発生を検知する。ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、すでにノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクの障害を検知しているので、2重障害になったと判定できるため、遮断器 1 1 0 に対してポート遮断信号を出す。

【0 2 9 4】

ノード 1 2 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A よりポート遮断信号を受信し、さらにかつ、ツリーマネージャ 1 0 4 A よりルートノード信号を受信していないため、自ノードがルートノードではないと判定できる。これはポートの閉鎖条件に一致するため、ポート 1 2 1 及びポート 1 2 2 を遮断し、フレームがポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 と、ツリーマネージャ 1 0 4 の間で通過できないようにする。

【0 2 9 5】

以上の動作により、ノード 1 2 及びノード 1 4 は、ネットワーク 1 ～ 3 の各ネットワークから切り離される。これにより、ネットワーク 1 とネットワーク 2、及び、ネットワーク 1 とネットワーク 3 の各ネットワークの接点は、それぞれ 1 箇所ずつになるため、ネットワーク 1 ～ ネットワーク 3 の各ネットワークをまたがったループの発生を防止することができる。

【0 2 9 6】

この際、各ネットワークのツリーのルートノードは変化しないため、データ転送は障害発生前と同様に滞りなく継続される。ネットワーク 2 のツリーから見ると、ノード 1 2 はあたかもノード障害であるかのように認識され、ネットワーク

3のツリーから見ると、ノード14もあたかもノード障害であるかのように認識される。この様子を図15に示す。

【0297】

この状態において、ノード12およびノード14は、ネットワーク1～ネットワーク3より遮断され、通信が不能となる。しかしながら、通常の使用においては、ノード11およびノード12、さらにノード13およびノード14は、それぞれ対になって中継局の局社内に設置され、一般の加入者を配下に直接収容することはないので、この例のようにノード12およびノード14がネットワークより遮断されても、実用上において問題はない。

【0298】

(第2の実施の形態2の動作例2：単一障害→2重障害回復時の動作)

次に図1、図9、図13及び図15を参照し、本実施の形態における第2の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【0299】

第1の実施の形態における動作例3においては、単一の障害が回復した場合の動作について述べた。本動作例では、2重の障害が回復した後で、さらに障害が回復し、単一障害となった場合の動作について説明する。

【0300】

図1に示すネットワークにおいて、ノード11とノード12の間のリンク及び、ノード13とノード14の間のリンクの、合計2箇所では障害が発生しており、本実施の形態における動作例1に示す動作により、図15に示す構成のツリーが作成されてツリー状態が安定しており、ネットワーク1のツリーのルートノードはノード13、ネットワーク2のツリーのルートノードはノード11、ネットワーク3のツリーのルートノードはノード13であるとする。

【0301】

なお、ネットワーク1～3の各ネットワークにおける、スパニングツリーのルートノードは、ノード11～ノード14のいずれかに設定される。また、ネットワーク1において、ノード11もしくはノード13にルートノードが設定された場合は、ネットワーク2のルートノードはノード11に、ネットワーク3のルー

トノードはノード13になるよう、それぞれ設定する。ネットワーク1において、ノード12もしくはノード14にルートノードが設定された場合は、ネットワーク2のルートノードはノード12に、ネットワーク3のルートノードはノード14になるよう、それぞれ設定する。

【0302】

このとき、ノード11内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード11において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート113より、ノード11からノード13に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード13はノード11とノード12の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0303】

ノード12内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード12において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート124より、ノード12からノード14に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード14はノード12とノード11の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0304】

ノード13内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード13において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート133より、ノード13からノード11に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード11はノード13とノード14の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0305】

ノード14内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード14において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート144より、ノード14からノード13に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード12はノード14とノード13の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0306】

ノード12及びノード14は、2重障害を検知し、かつ、自ノードがネットワーク2もしくはネットワーク3のツリーのルートノードではないことから、ポート121、ポート122、ポート141、ポート142の各ポートを遮断している。

【0307】

この状態において、ノード13とノード14の間のリンク障害が回復したとする。

【0308】

各ノードは、障害発生中も障害検出用フレームを一定間隔で送信し続けるので、障害が回復すると、ノード13の障害検出器109Aは、ポート134から障害検出用フレームを一定間隔以下の間隔で受信できるようになるため、ノード13とノード14の間のリンクの障害回復を検知する。すると、ルートノードであるノード13は、ノード11に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード13とノード14の間のリンク障害が回復したことをノード11に伝える。さらに、自ノード内の遮断器110に対して送信していたポート遮断信号を解除し、さらに、ツリーマネージャ108に対しても、障害回復を通知する。

【0309】

ノード11の障害検出器109Aは、ノード13から送信されている障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード13とノード14の間の障害回復を検知する。ノード11の障害検出器109Aは、遮断器110に対して送信していたポート遮断信号を解除する。

【0310】

ノード14の障害検出器109Aは、ポート143から障害検出用フレームを一定間隔以下の間隔で受信できるようになるため、ノード13とノード14の間のリンクの障害回復を検知し、ツリーマネージャ108に対して障害回復を通知する。しかしこの時点では、ルートノードでないノード14では、ノード12に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）には依然として障害発生中であるという情報を付加し続け、さらに、自ノード内の遮断器110に対し

てもポート遮断信号を送信し続ける。

【0 3 1 1】

ノード 1 4 の障害検出器 1 0 9 A は、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して障害回復を通知してから十分な時間が経過するか、もしくは、ツリーマネージャ 1 0 8 からの障害通知により、ネットワーク 1 のツリーが安定したことを検知すると、ノード 1 2 に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンク障害が回復したことをノード 1 2 に伝え、さらに、自ノード内の遮断器 1 1 0 に対して送信していたポート遮断信号を解除する。

【0 3 1 2】

ノード 1 4 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A より送信されていたポート遮断信号が解除されると、ポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 の遮断を解除し、フレームがポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 と、ツリーマネージャ 1 0 4 の間で通過できるようにする。

【0 3 1 3】

ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 4 から送信されている障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間の障害回復を検知する。ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、遮断器 1 1 0 に対して送信していた 2 重障害検出通知（ポート遮断信号）を解除する。

【0 3 1 4】

ノード 1 2 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A より送信されていたポート遮断信号が解除されると、ポート 1 2 1 及びポート 1 2 2 の遮断を解除し、フレームがポート 1 2 1 及びポート 1 2 2 と、ツリーマネージャ 1 0 4 の間で通過できるようにする。

【0 3 1 5】

以上の動作により、ノード 1 2 及びノード 1 4 は、まずネットワーク 1 に追加され、ネットワーク 1 が安定したところで、ネットワーク 2 及びネットワーク 3 側のポートを開放する。

【0 3 1 6】

これにより、ループを発生を防止したまま、2重障害の回復時に、冗長構成によるネットワーク1とネットワーク2、及び、ネットワーク1とネットワーク3の接続を可能にできる。この際、各ネットワークのツリーのルートノードは変化しないため、データ転送は障害発生前と同様に滞りなく継続される。上記動作の結果作成されたツリーを、図9に示す。

【0317】

(第2の実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0318】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに收容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0319】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【0320】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【0321】

さらに、本実施の形態では、2重障害を検出すると、ルートノード以外のノードにおいてポートを遮断することで、単一障害はもちろん、多重障害発生時においてもループ発生を完全に防止することができるようになる。

【0322】

(第3の実施の形態)

以下、本発明の第3の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。
第1、2の実施の形態では、接続部分のネットワーク1の論理リンク構築にスパ

ニングツリーを用いていたが、第3の実施形態ではIEEE802.17で規格策定中のレジリエント・パケット・リング(RPR)を用いる点が特徴である。

【0323】

図16を参照すると、本発明の第3の実施の形態は、第1の実施の形態の図1におけるネットワーク1を、RPRで構成し、ノード11～ノード14がそれぞれRPR対応ノードであるノード11R～ノード14Rに置き換えている点において異なる。

【0324】

図17は、図16におけるノード11Rの構成を示すブロック図である。

【0325】

図17において、ノード11Rの設定部100Uは、初期設定として、キーボード、マウス、TELNET、WEB等の手段を用いて、以下に挙げる(1)～(6)の設定命令を受け付ける。さらに、(1)の設定結果に基づき、ポート111～ポート114を、既設のネットワークのスパニングツリーを管理するツリーマネージャ104、もしくは障害検出器109のどちらか一方に接続するほか、(2)～(5)の設定結果に基づき、転送器101、RPRフレーム転送器105Rを設定し、さらに(5)および(6)の設定結果に基づき、ツリーマネージャ104、TTL(Time To Live)マネージャ108Rの設定も行う。

【0326】

(1) 各ポートがネットワーク1とネットワーク2のどちらに属するか。

【0327】

(2) ネットワーク2側スパニングツリー作成用のBPDUフレームをネットワーク1側に送信する場合に宛先となるノード(ネットワーク1とネットワーク2の両方に接続された隣接ノード)のノードID。

【0328】

(3) ノード(ノード11R)が主に所属するネットワーク。(図1ではネットワーク1)

(4) 2重障害時にネットワーク2側ポートを遮断するかしないか。

【0 3 2 9】

(5) (2) で設定したノードが接続されているポート。

【0 3 3 0】

(6) IEEE 8 0 2 . 1 DもしくはIEEE 8 0 2 . 1 Wに規定されている、ポート、リンクのコスト及び、ノードのプライオリティ。

【0 3 3 1】

図 2 に示す第 1 の実施の形態の構成要素と同じ符号を付した構成要素についてはその構成及び動作は同じであるので以下では相違する要素について説明する。

【0 3 3 2】

R P R フレーム転送器 1 0 5 R は、以下の動作を行う。

【0 3 3 3】

(1) 仮想ポート 1 1 6 から入力されるフレームに、テーブル 1 0 7 R に記載されている宛先 R P R ノードアドレス及び内側リング R 2 0 1 もしくは外側リング R 2 0 2 を識別するためのリング I D を書き込んだ R P R ヘッダを付加し、T T L の初期値を設定し、テーブル 1 0 7 R に記載のポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 に転送する。

【0 3 3 4】

(2) もしテーブルに、宛先 M A C アドレス、宛先 R P R ノード、出力先ポートのいずれか 1 つでも記載されていない場合で、フレームが仮想ポート 1 1 6 から入力された場合は、ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 のいずれか 1 方のみに、前記フレームを転送する。

【0 3 3 5】

(3) もしテーブルに、宛先 M A C アドレス、宛先 R P R ノード、出力先ポートのいずれか 1 つでも記載されていない場合で、フレームがネットワーク 1 側のポート、つまり、ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力された場合は、仮想ポート 1 1 6 のみに、前記フレームを転送する。

【0 3 3 6】

(4) ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームの宛先 R P R アドレスを調べ、もし宛先 R P R アドレスが自ノード（ノード 1 1）であれば

、R P R ヘッダを削除し、前記フレームを仮想ポート 1 1 6 に転送する。

【0337】

(5) ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームの宛先 R P R アドレスを調べ、もし宛先 R P R アドレスが他ノード、すなわちノード 1 1 以外であれば、フレームが到着したリングと同じリングよりフレームを出力する。すなわち、もし宛先 R P R アドレスが自ノード以外で、ポート 1 1 3 より入力されたフレームはポート 1 1 4 に転送され、ポート 1 1 4 より入力されたフレームはポート 1 1 3 に転送される。

【0338】

(6) ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームの宛先 R P R アドレスを調べ、もし宛先 R P R アドレスが不明であれば、前記フレームをフレームが到着したリングと同じリングよりフレームを出力すると同時に、前記フレームを複製し、R P R ヘッダを削除して、仮想ポート 1 1 6 に転送する。

【0339】

(7) 送信元 R P R ノードが自ノードであるフレームをポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 より受信した場合は、廃棄する。

【0340】

(8) 障害検出器 1 0 9 からの障害検知情報を受け、ラッピング等の方式により、障害回避を行う。

【0341】

テーブル 1 0 7 R は、宛先 M A C アドレスに対応する出力ポート、及び、挿入する R P R ヘッダに記載される宛先ノード I D 及びリング I D が記載される。初期状態では、宛先 M A C が B P D U 用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス (0 1 - 8 0 - C 2 - 0 0 - 0 0 - 0 0) である場合には、自ノードと同じネットワーク (すなわちネットワーク 1 とネットワーク 2) に接続されている隣接ノード、すなわちノード 1 2 R にフレームを転送するよう、指定する。

【0342】

上記と同様に、ノード 1 2 R では、ブリッジグループアドレスの宛先 R P R ノードはノード 1 1 R に、ノード 1 3 R では、ブリッジグループアドレスの宛先 R

P R ノードはノード 1 4 R に、ノード 1 4 R では、ブリッジグループアドレスの宛先 R P R ノードはノード 1 3 R に、それぞれ設定する。

【0343】

T T L マネージャ 1 0 8 R は、障害検出器 1 0 9、及び R P R フレーム転送器 1 0 5 R から入力されたフレームを、T T L 値によりそれぞれ R P R フレーム転送器 1 0 5 R、または障害検出器 1 0 9 宛に転送もしくは廃棄を行い、さらに、フレーム通過時に T T L フィールドの書き換えを行う。

【0344】

ポート 1 1 3 は、ノード 1 1 に属す、ネットワーク 1 を接続するためのポートである。本実施の形態においては、ポート 1 1 3 には内側リング (Inner Ring) R 2 0 1 の出力及び、外側リング (Outer Ring) R 2 0 2 の入力 that 接続される。

【0345】

ポート 1 1 4 は、ノード 1 1 に属す、ネットワーク 1 を接続するためのポートである。本実施の形態においては、ポート 1 1 4 には内側リング (Inner Ring) R 2 0 1 の入力及び、外側リング (Outer Ring) R 2 0 2 の出力が接続される。

【0346】

図 1 8 は、図 1 7 におけるテーブル 1 0 7 R の構成例を示す図である。

【0347】

宛先 R P R ノード 1 0 7 1 R は、宛先 M A C 1 0 7 1 に示された M A C アドレスを持つノードに近い、ノード 1 1 R ~ 1 4 R のうちのいずれか 1 つのノードが記載される。通常は、ルートノードとなっているノードが設定される。

図 1 6 の例では、ノード 1 1 R 及びノード 1 3 R がルートノードになっているため、ネットワーク 2 に属するノードの宛先 R P R ノードはノード 1 1 R に、ネットワーク 3 に属するノードの宛先 R P R ノードはノード 1 3 R に、それぞれ設定される。このフィールドは、アドレス学習器 1 0 6 もしくは手動設定により設定される。

【0348】

リングID1072Rは、宛先RPRノード107Rに記されたノードに到達するために利用するリングを現している。RPRでは1対の片方向リングを、Inner RingR201及びOuter RingR202で管理する。もしこのフィールドに削除命令が設定されている場合、ノードは入力されたフレームに付属しているRPRヘッダを削除する。もし、入力されたヘッダに削除命令がない場合は、新たにRPRヘッダを追加する。

【0349】

図19は、図17におけるTTLマネージャ108Rの構成を示すブロック図である。

【0350】

TTLチェッカー1081Rは、TTLコントローラ1083Rより入力されたフレームのTTLフィールドを確認し、TTL値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、TTL値が「1」以上である場合は、前記フレームを障害検出器109を経由して、ポート113に転送する。

【0351】

TTLチェッカー1082Rは、TTLコントローラ1084Rより入力されたフレームのTTLフィールドを確認し、TTL値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、TTL値が「1」以上である場合は、前記フレームを障害検出器109を経由して、ポート114に転送する。

【0352】

TTLコントローラ1083Rは、RPRフレーム転送器105Rから受信したフレームに設定されているTTL値を減算し、TTLチェッカー1081Rに転送する。

【0353】

TTLコントローラ1084Rは、RPRフレーム転送器105Rから受信したフレームに設定されているTTL値を減算し、TTLチェッカー1082Rに転送する。

【0354】

図20は、図18におけるTTLマネージャ108Rの別の構成例を示すブロ

ック図である。

【0355】

TTLチェッカー1081Rは、TTLコントローラ1083Rより入力されたフレームのTTLフィールドを確認し、TTL値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、TTL値が「1」以上である場合は、RPRフレーム転送器105Rに転送する。

【0356】

TTLチェッカー1082Rは、TTLコントローラ1084Rより入力されたフレームのTTLフィールドを確認し、TTL値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、TTL値が「1」以上である場合は、RPRフレーム転送器105Rに転送する。

【0357】

TTLコントローラ1083Rは、障害検出器109を経由してポート113から受信したフレームに設定されているTTL値を減算し、TTLチェッカー1081Rに転送する。

【0358】

TTLコントローラ1084Rは、障害検出器109を経由してポート114から受信したフレームに設定されているTTL値を減算し、TTLチェッカー1082Rに転送する。

【0359】

(第3の実施の形態の動作例1：RPRによるスパニングツリー構築例(接続にRPRを利用))

次に、図16参照し、本実施の形態において、ネットワーク2及びネットワーク3においてスパニングツリーを構築し、ノード21からノード31にフレームを転送する動作について、具体例を示して詳細に記述する。

【0360】

ネットワーク1内の各ノード、すなわちノード11R～ノード14Rの各ノードのテーブル107Rに、ブリッジグループアドレスを宛先MACアドレスとするフレームを仮想ポート116より受信した場合の、宛先RPRアドレス、リン

ゲID、出力先ポートをあらかじめ手動で設定しておく。

【0361】

ノード11Rは、ネットワーク1側に送信するBPDUフレームには、宛先RPRノードアドレスとしてノード12Rを指定して送信するため、前記BPDUフレームはノード13Rやノード14Rでは処理されずに、ノード12Rに到達する。

【0362】

ノード12R～ノード14Rの各ノードにおいても、BPDUフレームは、自ノードが接続されているネットワークと同一のネットワークに接続されているノードを宛先として、BPDUフレームを転送する。

【0363】

すると、図16には記載していないが、ネットワーク2のツリーから見てノード11Rからノード12Rの間と、ネットワーク3のツリーから見てノード13Rからノード14Rの間の、それぞれの間のリンクも、各ツリーの枝になっている。

【0364】

なお、ノード11Rからノード12Rの間、及び、ノード13Rからノード14Rの間のコストは小さく設定し、ノード11Rからノード21及びノード22の間のコストは、ノード13Rからノード14Rの間のコストよりも大きめに設定している。

【0365】

ネットワーク2はノード11R、ネットワーク3はノード13Rをそれぞれルートノードとし、図16に示す構成でネットワーク2のツリー及び、ネットワーク3のツリーが安定しているとする。

【0366】

次に、ノード21からノード31にフレームを転送する場合について述べる。

【0367】

ノード21は、宛先MACアドレスにノード31のMACアドレスを付加したフレームを、ネットワーク2のツリーにしたがって、ノード11Rに送信する。

【0368】

ノード11Rは、ノード21より宛先MACアドレスがノード31であるフレームを受信すると、アドレス学習器の働きにより、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先ポートがポート111であるという記述をテーブル103に記載し、さらに、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先ポートが仮想ポート116であるという記述をテーブル107Rに記載する。

【0369】

学習が十分に行われていない状態では、ノード11Rは、サーチの結果、ノード31のMACに対するエントリがテーブル103およびテーブル107Rの双方に存在しないため、受信したフレームに、宛先RPRアドレス不明、リングIDとしてOuterリングR202を指定して、前記フレームをポート114よりノード12Rに向けて送信する。

【0370】

ノード12Rは、ノード11Rより宛先RPRアドレス不明なフレームを受信すると、ノード11Rより受信したフレームを複製してRPRヘッダを取り外し、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先RPRアドレスが11Rであるという記述をテーブル107Rに記載し、さらに、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先ポートが仮想ポート116であるという記述をテーブル103に記載した上で、ポート121及びポート122にフレームを転送しようとするが、これらポートはスパニングツリーによって遮断されているため、フレームは流れない。同時に、ノード12Rは、ノード11Rより受信したフレームをそのままノード14Rに転送する。

【0371】

ノード14Rは、ノード12Rより宛先RPRアドレス不明なフレームを受信すると、ノード12Rより受信したフレームを複製してRPRヘッダを取り外し、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先RPRアドレスが11Rであるという記述をテーブル107Rに記載し、さらに、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先ポートが仮想ポート116であるという記述をテーブル103に記載した上で、ポート141及びポート142にフレームを転送しようとする。

するが、これらポートはスパニングツリーによって遮断されているため、フレームは流れない。同時に、ノード14Rは、ノード12Rより受信したフレームをそのままノード13Rに転送する。

【0372】

ノード13Rは、ノード14Rより宛先RPRアドレス不明なフレームを受信すると、ノード14Rより受信したフレームを複製してRPRヘッダを取り外し、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先RPRアドレスが11Rであるという記述をテーブル107Rに記載し、さらに、宛先MACアドレスが21であるフレームの宛先ポートが仮想ポート116であるという記述をテーブル103に記載した上で、自ノードの仮想ポートを通じて、ポート131及びポート132にフレームを転送しようとするが、ポート132はスパニングツリーによって遮断されているため、ポート131のみにフレームが転送される。同時に、ノード13Rは、ノード14Rより受信したフレームをそのままノード11Rに転送する。

【0373】

ノード11Rは、ノード13Rより宛先RPRアドレス不明なフレームを受信するが、前記フレームの送信元RPRノードアドレスが自ノードであるので、前記フレームを廃棄する。

【0374】

ノード31は、ノード13Rより、宛先MACアドレスが自ノードのMACアドレスと一致するフレームを受信する。

【0375】

以上のようにして、ノード21からノード31にフレームが伝達される。

【0376】

(第3の実施の形態の動作例2：RPRによるスパニングツリー構築例(接続にはRPRを利用))

次に図16参照し、本実施の形態において、ノード21からノード31へのフレーム転送によって、ノード21のMACアドレスがノード11R～ノード14R及びノード31において学習されている場合に、ノード31からノード21にフ

フレームを転送する動作について、具体例を示して詳細に記述する。

【0377】

ノード31は、ノード21のMACアドレスをキーとして、テーブル103を検索する。その結果、宛先ポートが仮想ポート116であると判明するので、仮想ポート116にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器102によって、入力元のMACアドレスと、入力元のポートをテーブル103に記載する。

【0378】

ノード31内の転送器105Rは、ノード21のMACアドレスをキーとして、テーブル107Rを検索する。その結果、宛先ポートがポート311（ノード13Rが接続されているポート）であると判明するので、ポート311にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器106によって、入力元のMACアドレスであるノード31のMACアドレスと、入力元のポートである仮想ポート116を、テーブル107Rに記載する。

【0379】

ノード13R内の転送器101は、ポート131よりフレームを受信すると、ノード21のMACアドレスをキーとして、テーブル103を検索する。その結果、宛先ポートが仮想ポート116であると判明するので、仮想ポート116にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器102によって、送信元のMACアドレスであるノード31のMACアドレスと、入力元のポートであるポート131を、テーブル103に記載する。

【0380】

ノード13R内のRPRフレーム転送器105Rは、仮想ポート116より宛先MACが21のフレームを受信し、ノード21のMACアドレスをキーとして、テーブル107Rを検索する。その結果、宛先RPRアドレスがノード11Rであると判明するため、宛先RPRアドレスとしてノード11Rを設定したRPRヘッダを付加し、ポート133にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器106によって、送信元のMACアドレスであるノード31のMACアドレスと、入力元のポートである仮想ポート116を、テーブル107Rに記載する。

【0381】

ノード 11R 内の RPR フレーム転送器 105R は、ポート 113 より宛先 RPR アドレスが 11R であるフレームを受信すると、前記フレームが自ノード宛であると判断できるので、RPR ヘッダを削除し、仮想ポート 116 に前記フレームを転送する。同時に、アドレス学習器 106 によって、入力元の MAC アドレスであるノード 31 の MAC アドレスと、入力元の RPR ノードであるノード 13R、及び、入力元のポートであるポート 113 を、テーブル 107 に記載する。

【0382】

ノード 11R 内の転送器 101 は、仮想ポート 116 より宛先 MAC アドレスが 21 であるフレームを受信すると、テーブル 103 を検索したうえで、前記フレームをポート 111 に転送する。同時に、アドレス学習器 102 によって、送信元の MAC アドレスであるノード 31 の MAC アドレスと、入力元のポートである仮想ポート 116 を、テーブル 103 に記載する。

【0383】

ノード 21 は、ノード 11R のポート 111 より、ノード 31 が送信したフレームを受信する。

【0384】

以上のようにして、ノード 31 からノード 21 へ、フレームが伝達される。

【0385】

(第 3 の実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0386】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0387】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【0388】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワ

ークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【0389】

(第4の実施の形態)

以下、本発明の第4の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0390】

図21を参照すると、本発明の第4の実施の形態は、第1の実施の形態の図1におけるネットワーク1を、ノード51及びノード52の2つのノードによって構成している点において異なる。

【0391】

図22は、図21におけるノード51の構成を示すブロック図である。

【0392】

BPDU識別器100は、以下に示す動作を行う。

【0393】

(1) 転送器101から入力されたフレームを、そのままポート512に転送する。

【0394】

(2) ツリーマネージャ104Xから入力されたフレームに、ツリーマネージャ104Xからの入力であることを示す識別子を付加し、ポート512に転送する。

【0395】

(3) ツリーマネージャ104Yから入力されたフレームに、ツリーマネージャ104Yからの入力であることを示す識別子を付加し、ポート512に転送する。

【0396】

(4) ポート512から入力されたフレームを調べ、ツリーマネージャ104

Xからの入力であることを示す識別子が付加されていた場合は、前記識別子を削除し、ツリーマネージャ 1 0 4 Xに転送する。

【 0 3 9 7 】

(5) ポート 5 1 2 から入力されたフレームを調べ、ツリーマネージャ 1 0 4 Yからの入力であることを示す識別子が付加されていた場合は、前記識別子を削除し、ツリーマネージャ 1 0 4 Yに転送する。

【 0 3 9 8 】

(6) ポート 5 1 2 から入力されたフレームを調べ、B P D U 識別器 1 0 0 によって付加された識別子がない場合は、そのまま転送器 1 0 1 に転送する。

【 0 3 9 9 】

ツリーマネージャ 1 0 4 X は、以下に挙げる 4 つの機能を有する。

【 0 4 0 0 】

(1) ポート 5 1 1、及び B P D U 識別器 1 0 0 からフレーム入力を受け、スパニングツリープロトコルにより、フレーム転送器 1 0 1 への転送もしくは廃棄を行う。

【 0 4 0 1 】

(2) 転送器 1 0 1 からフレームの入力を受け、スパニングツリープロトコルにより、ポート 5 1 1、及び B P D U 識別器 1 0 0 への転送もしくは廃棄を行う。

【 0 4 0 2 】

(3) スパニングツリーの制御用として、B P D U フレームの送受信を行う。

【 0 4 0 3 】

ツリーマネージャ 1 0 4 Y は、本実施の形態におけるツリーマネージャ 1 0 4 X と同様の動作を行うツリーマネージャである。

【 0 4 0 4 】

図 2 3 は、図 2 2 における B P D U 識別器 1 0 0 の構成を示すブロック図である。

【 0 4 0 5 】

分類器 1 0 0 1 は、ポート 5 1 2 から入力されたフレームの識別子を調べ、識

別子削除器 1 0 0 3、識別子削除器 1 0 0 5、もしくは転送器 1 0 1 に転送する。また、識別子挿入器 1 0 0 2、識別子挿入器 1 0 0 4、もしくは転送器 1 0 1 から受信したフレームを、適切なタイミングでポート 5 1 2 に転送する。通常、B P D U フレームのみが識別子削除器 1 0 0 3 及び 1 0 0 5 に転送され、その他のフレームは転送器 1 0 1 に転送される。

【 0 4 0 6 】

識別子挿入器 1 0 0 2 は、ツリーマネージャ 1 0 4 X から入力されたフレームに、ツリーマネージャ 1 0 4 X からの入力であることを示す識別子を付加し、分類器 1 0 0 1 に転送する。

【 0 4 0 7 】

識別子削除器 1 0 0 3 は、分類器 1 0 0 1 から入力されたフレームに付加されている識別子を削除し、前記フレームをツリーマネージャ 1 0 4 X に転送する。

【 0 4 0 8 】

識別子挿入器 1 0 0 4 は、ツリーマネージャ 1 0 4 Y から入力されたフレームに、ツリーマネージャ 1 0 4 Y からの入力であることを示す識別子を付加し、分類器 1 0 0 1 に転送する。

【 0 4 0 9 】

識別子削除器 1 0 0 5 は、分類器 1 0 0 1 から入力されたフレームに付加されている識別子を削除し、前記フレームをツリーマネージャ 1 0 4 Y に転送する。

【 0 4 1 0 】

(第 4 の実施の形態の動作例：スパニングツリー構築例)

次に図 2 1 参照し、本実施の形態において、ネットワーク 2 及びネットワーク 3 においてスパニングツリーを構築し、ノード 2 1 からノード 3 1 にフレームを転送する動作について、ノード 5 1 がルートノードとなる場合について、具体例を示して詳細に記述する。

【 0 4 1 1 】

まずネットワーク 2 に属するノードにおいて、ツリーマネージャ 1 0 4 X を用いてネットワーク 2 のスパニングツリーを作成する。ノード 5 1 のツリーマネージャ 1 0 4 X により送信された B P D U フレームは、ポート 5 1 1 よりノード 2

1に向けて送信される場合には、特別な識別子は付加されないが、ポート512よりノード52に向かって送信される場合には、ツリーマネージャ104Xから送信されたことを示す識別子が付加される。

【0412】

ノード51のポート512から送信された、識別子付きBPDUフレームは、ノード52のポート522で受信されると、識別子を確認され、ノード52内のツリーマネージャ104Xに転送される。

【0413】

ノード52のツリーマネージャ104Xは、ノード51との間で識別子付きのBPDUフレームを交換し、また、ノード21との間で識別子のないBPDUフレームの交換を行う。

【0414】

このとき、ノード51とノード52の間のリンク及びポートでは、常にノード51及びノード52の間のリンクがツリーの枝となるように、コストを他のポート及びリンクよりも小さく設定する。

【0415】

ノード51、ノード52、そしてノード21の間でのBPDUフレーム交換が完了すると、図21において太線に示すようなツリーが作成される。

【0416】

次に、ネットワーク3に属するノードにおいて、ツリーマネージャ104Yを用いてネットワーク3のスパニングツリーを作成する。ノード51のツリーマネージャ104Yにより送信されたBPDUフレームは、ポート513よりノード31に向けて送信される場合には、特別な識別子は付加されないが、ポート512よりノード52に向かって送信される場合には、ツリーマネージャ104Yから送信されたことを示す識別子が付加される。

【0417】

ノード51のポート512から送信された、識別子付きBPDUフレームは、ノード52のポート522で受信されると、識別子を確認され、ノード52内のツリーマネージャ104Yに転送される。

【0 4 1 8】

ノード 5 2 のツリーマネージャ 1 0 4 Y は、ノード 5 1 との間で識別子付きの B P D U フレームを交換し、また、ノード 3 1 との間で識別子のない B P D U フレームの交換を行う。

【0 4 1 9】

このとき、ノード 5 1 とノード 5 2 の間のリンク及びポートでは、つねにノード 5 1 及びノード 5 2 の間のリンクがツリーの枝となるように、コストを他のポート及びリンクよりも小さく設定する。

【0 4 2 0】

ノード 5 1、ノード 5 2、そしてノード 3 1 の間での B P D U フレーム交換が完了すると、図 2 2 において太線に示すようなツリーが作成される。

【0 4 2 1】

上記動作によると、ネットワーク 2 側のスパニングツリーすなわちツリーマネージャ 1 0 4 X と、ネットワーク 3 側のツリーすなわちツリーマネージャ 1 0 4 Y は、ノード 1 1 と 1 2 の間は常に隣接した 1 本のリンクのように見える。

【0 4 2 2】

以上の動作を行い、ネットワーク 2、3 の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ネットワークのトポロジは、ループが生じない形状になって収束する。

【0 4 2 3】

完成したツリーの構成例を、図 2 1 に太線で示す。なお図 2 1 に示すツリー構成は、パラメータによって変化するため、図 2 1 の物理トポロジのネットワークにおいて、必ずしも図 2 1 に示すツリー構成になるとは限らない。このツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流して、フレームを転送することができる。

【0 4 2 4】

なお、上記 2 つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【0 4 2 5】

また、ノード 21、ノード 12 は、従来のスパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要にならない。

【0426】

(第4の実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0427】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0428】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【0429】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【0430】

(第5の実施の形態)

以下、本発明の第5の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0431】

本発明は、非特許文献3に記載のネットワークにおいても適用可能である。本発明の当該ネットワークへの適用方法について説明する前に、当該ネットワークにおけるフレーム転送について、図24に一例を挙げて説明する。図24に記載のネットワークでは、11G～14G、21G、22G、31G、32Gはノードを示し、ノード21G、ノード31Gには、それぞれ端末A、Bが接続されている。

【0432】

当該ネットワークにおいて端末Aから端末Bにフレームを送信する場合、まず、端末Aから自端末が収容されているノード21G（エッジノード）に対し、宛先MACアドレスに端末BのMACアドレスが挿入されたフレームを送信する。このフレームを受信したノード21Gは、このフレームのタグ領域に、端末Bが収容されているノード31GのノードIDを挿入し、スパニングツリー上の経路に沿って、このフレームをノード31Gまで転送する。

【0433】

この転送処理を行うために、各ノードでは、各ノードが有するフォワーディングテーブル（宛先ノードIDと対応するポート番号の関係が定義されているテーブル）を参照しつつ、対応するポートにフレームを送出する。このフレームがノード31Gに到着すると、ノード31Gでは、タグに書かれている宛先ノードIDが自ノードであることを検出する。このとき、ノード31Gでは、このフレームの宛先MACアドレスに記載されたMACアドレスを確認し、宛先が端末Bであることを確認し、このフレームを端末Bが接続されているポート310に送出する。図24のネットワークでは、このような手順で端末間でフレームが転送できる。

【0434】

ここで、タグ領域とは、例えば、フレームがイーサネット(R)のフレームである場合は、VLAN（Virtual LAN）タグの領域を利用することができる。また、図31に記載のフレームのように拡張タグ格納領域2301を設けて、この領域にノードIDを挿入しフレーム転送をしてもよい。VLANタグ領域2203を利用する場合でも、図31のような拡張タグ格納領域2301を利用する場合でも、各ノードでは、フレームの「送信元MACアドレス」領域2202の次の領域に書かれた情報に基づいて転送先を決定することができる。

【0435】

また、このネットワークにけるスパニングツリーの形態は、第1～4の実施形態で説明してきたように、1つのネットワークに対して1面のスパニングツリーを作成する形態の他に、次に示す形態も採ることができる。すなわち、各ノードをルートノードとするスパニングツリーをノードの数と同数(多面に)作成する形

態である。後者の形態において、フレームの転送は、宛先端末を収容しているノードをルートとするスパニングツリー上の経路に沿って行う。このように、宛先毎に異なるスパニングツリーを用いてフレームの転送をすることで、最短経路でのフレーム転送が可能となる。

【0436】

以下に、図24のネットワークにおいて、上述の多面のスパニングツリーを作成する実施形態を示す。

【0437】

図24を参照すると、本発明の第5の実施の形態は、第1の実施の形態の図1におけるノード11～ノード32を、それぞれノード11G～ノード32Gに置き換え、さらに、ノード21G、ノード22G、ノード31G、ノード32Gに、クライアント端末収納用のリンクである、リンク210、リンク220、リンク310及び、リンク320を付加している点において異なる。

【0438】

ノード11Gは、図1及びその他の図のノード11と比較して、MACアドレスを学習して転送先ポートを決定するのではなく、フレームのタグ領域にエッジノードで挿入されたノードIDを参照して転送先ポートを決定する、タグフォワーディング機能を有する点において異なる。また、多面スパニングツリー構成とする場合は、ツリーマネージャが、多面に対応する構成となる点においても異なる。

【0439】

ノード21Gは、図1及びその他の図のノード21と比較して、MACアドレスを学習して転送先ポートを決定するのではなく、フレームのタグ領域に挿入されたノードIDを参照して転送先ポートを決定する、タグフォワーディングを行う。また、ノード21Gは、配下に端末を収容しているので、前記端末から受信したフレームのタグ領域に宛先ノードを示すノードIDを挿入し、また、ネットワーク2内を流れる前記端末宛のタグ付きフレームから、タグを削除した上で前記端末にフレームを転送する。

【0440】

ポート 210 は、ノード 21G と、ノード 21G に収容される端末を結ぶリンクが接続されるポートである。端末は 1 台だけ接続しても良いし、ハブ等を介して複数の端末を接続しても良い。

【0441】

ポート 220、ポート 310、ポート 320 は、ポート 210 と同様に、ノード 22G、31G、32G の各ノードに収容される端末を接続するポートである。同様に、端末は 1 台だけ接続しても良いし、ハブ等を介して複数の端末を接続しても良い。

【0442】

図 25 は、図 24 におけるノード 11G の構成を示すブロック図である。

【0443】

転送器 101G は、多面ツリーマネージャ 104G より入力されたフレームのヘッダやタグ、及びその他の識別情報を参照し、テーブル 103G に記載されたポートに、前記フレームを転送する。以下の本実施の形態の説明では、識別情報としてタグ領域に挿入されたノード ID を用いた場合について述べる。

【0444】

テーブル 103G は、フレームに付加された識別タグ（ノード ID）に対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブルへの書き込みは多面ツリーマネージャ 104G によって行われ、前記テーブルに記載の情報は、転送器 101G によって読み出される。

【0445】

多面ツリーマネージャ 104G は、以下の動作を行う。

【0446】

(1) ポート 111、ポート 112 もしくは仮想ポート 116 から入力されるフレームを、IEEE 802.1D もしくは IEEE 802.1W に規定されるスパンニングツリー作成に用いられる BPDU フレームと呼ばれる制御フレームかどうか識別し、BPDU フレームでない場合は、前記入力フレームをそのまま転送器 101G に向けて転送する一方、BPDU フレームである場合は受信してスパンニングツリー作成に必要な処理を行う。

【 0 4 4 7 】

(2) スパニングツリーの作成結果を基にして、テーブル 1 0 3 G に対して書き込みを行う。

【 0 4 4 8 】

(3) 転送器 1 0 1 G から入力されるフレームを、そのままポート 1 1 1、1 1 2 もしくは仮想ポート 1 1 6 に転送する。

【 0 4 4 9 】

(4) 前記 (1) 及び (2) の動作を、フレームに付加された識別タグ (ノード ID) 毎に行う。例えば、識別タグの数 (ノード数) が 4 0 9 6 である場合は、スパニングツリーも 4 0 9 6 種類作成する。

【 0 4 5 0 】

転送器 1 0 5 G は、多面ツリーマネージャ 1 0 8 G もしくは仮想ポート 1 1 6 より入力されたフレームのヘッダやタグ、及びその他の識別情報を参照し、テーブル 1 0 7 G に記載されたポートに、前記フレームを転送する。

【 0 4 5 1 】

テーブル 1 0 7 G は、フレームに付加された識別タグ (ノード ID) に対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブルへの書き込みは多面ツリーマネージャ 1 0 8 G によって行われ、前記テーブルに記載の情報は、転送器 1 0 5 G によって読み出される。

【 0 4 5 2 】

多面ツリーマネージャ 1 0 8 G は、以下の動作を行う。

【 0 4 5 3 】

(1) ポート 1 1 3、もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームを、IEEE 8 0 2 . 1 D もしくは IEEE 8 0 2 . 1 W に規定されるスパニングツリー作成に用いられる BPDU フレームと呼ばれる制御フレームかどうか識別し、BPDU フレームでない場合は、前記入力フレームをそのまま転送器 1 0 5 G に向けて転送する一方、BPDU フレームである場合は受信してスパニングツリー作成に必要な処理を行う。

【 0 4 5 4 】

(2) スパニングツリーの作成結果を基にして、テーブル 1 0 7 G に対して書き込みを行う。

【 0 4 5 5 】

(3) 転送器 1 0 5 G から入力されるフレームを、そのままポート 1 1 3、もしくはポート 1 1 4 に転送する。

【 0 4 5 6 】

(4) 前記 (1) 及び (2) の動作を、フレームに付加された識別タグ (ノード ID) 毎に行う。例えば、識別タグの数 (ノード数) が 4 0 9 6 である場合は、スパニングツリーも 4 0 9 6 種類作成する。

【 0 4 5 7 】

図 2 6 は、図 2 5 におけるテーブル 1 0 3 G の構成を示す表である。

【 0 4 5 8 】

宛先識別タグ 1 0 3 1 G は、転送器 1 0 1 G が出力ポートを検索する際の検索キーとなるフィールドであり、フレーム転送方法に対応してノード ID、VLAN ID 等の、タグに記載の情報が記載される。

【 0 4 5 9 】

出力ポート 1 0 3 2 G は、宛先識別タグ 1 0 3 1 G フィールドに記載されたノード ID 等に対応する出力先ポート ID が記載されるフィールドである。この欄には 1 つもしくは複数のポート ID、もしくは仮想ポート ID が記載される。

【 0 4 6 0 】

テーブル 1 0 3 G は、スパニングツリー作成時に作成される。

【 0 4 6 1 】

図 2 7 は、図 2 4 におけるノード 2 1 G の構成を示すブロック図である。

【 0 4 6 2 】

タグ操作器 2 0 1 は、以下の動作を行う。

【 0 4 6 3 】

(1) ポート 2 1 0 から入力されるフレームの宛先 MAC アドレスを参照し、参照した宛先 MAC アドレスに対応するタグをテーブル 2 0 3 より検索し、前記フレームに挿入して、転送器 1 0 1 G に転送する。

【0464】

(2) 転送器 101G より入力されたフレームからタグを削除し、ポート 210 に転送する。

【0465】

(3) テーブル 203 を検索した結果、もし宛先 MAC アドレスに対応するタグが取得できない場合は、フレームをコピーして、ネットワーク 2 及びネットワーク 3 上に存在する自ノード以外のすべてのノード（図 24 の例ではノード 22G、ノード 31G、ノード 32G）を宛先とするタグ（図 24 の例では 0022、0031、0032）と、自ノードのタグ ID を示すソースタグ（この場合は 0021）を付加して、それぞれフレーム作成し（この場合は合計 3 個のフレームになる）、転送器 101G に転送する。

【0466】

アドレス学習器 202 は、転送器 101G より受信したフレームの、ソース MAC アドレス及びソースタグを調べ、それぞれをテーブル 203 の宛先 MAC アドレス欄及び挿入タグ欄に書き込む。

【0467】

テーブル 203 は、フレームの宛先 MAC アドレスに対応する挿入識別タグが記載されるテーブルである。テーブル 203 のコンテンツの一例としては、フレームの宛先端末の MAC アドレスと宛先端末が収容されるノードの ID との対応関係、がある。このテーブルは、エッジノードがフレームのタグ領域にノード ID を挿入する際に参照するものである。また、このテーブルは、ネットワーク管理サーバからの情報に基づいて作成することができ、テーブルへの書き込みはアドレス学習器 202 によって行われ、前記テーブルに記載の情報は、タグ操作器 201 によって読み出される。

【0468】

図 28 は、図 27 におけるテーブル 203 のフォーマット構成を示す図である。

【0469】

宛先 MAC 2031 は、タグ操作器 201 が挿入する識別タグを検索する際の

検索キーとなるフィールドであり、通常はMACアドレスが記載される。

【0470】

挿入タグ2032は、宛先MAC2031に対応する挿入する識別タグが記載されるフィールドである。挿入タグの一例としては、宛先端末が収容されるノードのIDがある。この欄には1つもしくは複数の識別タグが記載される。

【0471】

(第5の実施の形態の動作例：タグフォワーディング)

次に、図24～27を参照し、本実施の形態において、ネットワーク1～ネットワーク3においてスパニングツリーを構築し、ノード21Gのポート210に接続された端末から、ノード31G（ノードID：0031）のリンク310に接続された端末（宛先MACアドレス22：00：00：00：00：22）に、図31記載のフレームを転送する動作について、具体例を示して詳細に記述する。

【0472】

まず、ネットワーク1について、ネットワーク1～3の合計ノード数と同数のスパニングツリーを作成し、次に、ネットワーク2、3についてもこのノード数と同数のスパニングツリーを作成する。

【0473】

この結果、ネットワーク1～ネットワーク3における各ネットワークにおいて、識別タグの数（ノード数）だけスパニングツリーが作成される。このように、スパニングツリー作成時には、各ネットワーク毎にツリーを作成する。一方、フレーム転送時には、ネットワーク全面についてスパニングツリーが作成されているとの認識の基、フレーム転送が行われるのは上述の通りである。また、ノード数分、作成されたスパニングツリーの各々は、各ノードをルートノードとする形状となっている。いま、宛先ノード31Gの識別タグであるノードID：0031に対応するスパニングツリーが、図24の太線のように構築されたとする。

【0474】

ノード21Gの配下に接続された端末は、宛先MACアドレスに22：00：00：00：00：22を指定したフレームを送信し、このフレームはポ

ート 210 よりノード 21G に到着する。

【0475】

ここで、図 27 を参照すると、ノード 21G のタグ操作器 201 は、ポート 210 より宛先 MAC アドレスに 22:00:00:00:00:00:22 が指定されたフレームを受信すると、図 28 に示すテーブル 203 を検索し、前記 MAC アドレスに対応するタグである、ノード ID:0031 を取得し、この ID を前記フレームの拡張タグ格納領域に挿入して、転送器 101G に送る。

【0476】

ノード 21G の転送器 101G は、フレームに付加されたタグ（ノード ID）を参照し、図 26 に示すテーブル 103G を参照して、出力ポートとして 212 を取得し、前記フレームをポート 212 に転送する。

【0477】

具体的には、図 25 を参照すると、ノード 11G 内の多面ツリーマネージャ 104G は、ノード 21G より送信された、宛先 MAC 22:00:00:00:00:22、宛先タグ 0031 フレームを、ポート 111 より受信する。前記フレームは、BPDU フレームではないため、直ちに転送器 101G に転送される。

【0478】

ノード 11G 内の転送器 101G は、多面ツリーマネージャ 104G よりフレームを受信し、宛先タグ 0031 をキーとしてテーブル 103G を検索し、宛先ポートとして仮想ポート 116 を取得し、前記フレームを仮想ポート 116 に転送する。

【0479】

ノード 11G 内の転送器 105G は、仮想ポート 116 よりこのフレームを受信し、宛先タグ 0031 をキーとしてテーブル 107G を検索し、宛先ポートとしてポート 113 を取得し、前記フレームをポート 113 に転送する。

【0480】

ノード 11G 内の多面ツリーマネージャ 108G は、転送器 105G より入力されたフレームを、そのまま障害検出器 109 を通じてポート 113 から出力す

る。

【0481】

次に、図24を参照すると、ノード13Gは、ノード11Gが転送したフレームをポート133より受信し、ノード11Gと同様の方法で、転送器105G及び転送器101Gにおいて、宛先タグ0031をキーとしてフレームの転送先ポートを検索し、ポート131に転送する。

【0482】

ノード31Gは、ポート312よりフレームを受信し、転送器101Gにおいて宛先タグ0031をキーとしてテーブル103Gを検索し、前記フレームが自ノード宛であると確認すると、タグ操作器201においてタグを削除し、ポート310より前記フレームを出力する。

【0483】

ポート310の配下に接続されたMACアドレス22:00:00:00:00:22の端末は、ノード31Gのポート310より出力されたフレームが入力されると、宛先MACアドレスを確認し、自ノード宛であると確認して受信する。

【0484】

以上のようにして、ノード21Gのポート210の配下に接続された端末から、ノード31Gの配下に接続された端末まで、フレームを転送することができる。

【0485】

(第5の本実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0486】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が增加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0487】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【0488】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【0489】

本発明のネットワークにおけるノードの構成要素である各手段の機能については、それをハードウェア的に実現することは勿論として、上記した各手段の機能を実現するプログラムをコンピュータ処理装置のメモリにロードして、コンピュータ処理装置を制御することで実現することができる。このプログラムは、磁気ディスク、半導体メモリその他の記録媒体からコンピュータ処理装置にロードされ、コンピュータ処理装置の動作を制御することにより、上述した各機能を実現する。

【0490】

(第6の実施の形態)

以下、本発明の第6の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0491】

第6の実施の形態は、本発明を階層化ネットワークに適用した形態である。ここでは、図32に記載の3つのネットワークを、本発明を適用して接続する場合の例について説明する。広域ネットワーク3201としては、例えば、都市間を接続するような広域なネットワークを想定しており、ローカルネットワーク3203、3203としては、都市内に展開されている規模のネットワークを想定する。

【0492】

広域ネットワーク3201は、ノード3210～3221で構成され、各ノードが図32に示すように接続されている。また、ローカルネットワーク3202はノード32020～32025で構成され、ローカルネットワーク3203は

ノード 32030～32035 で構成され、各ノードは図 32 に示すように接続されている。また、ローカルネットワーク 3202 とローカルネットワーク 3203 は、それぞれ別々の都市に存在するものとする。

【0493】

このような 3 つのネットワークを本発明を適用して接続した場合の例について、図 33 に記載する。

【0494】

図 33 では、本発明のノードによる 2 通りの接続例を示している。

【0495】

第 1 の接続例は、広域ネットワーク 3201 とローカルネットワーク 3202 を、既設のノード 3210、3213、32023、32025 を本発明によるノード 3300、3301、3302、3303 でそれぞれ置き換えることにより接続している例である。

【0496】

また、第 2 の接続例は、広域ネットワーク 3201 とローカルネットワーク 3203 を、本発明によるノード 3304、3305、3306、3307 を新たに設置し、既設のノード 3219、3221、32031、32032 と接続することにより、互いに接続している例である。

【0497】

このように、本発明によるノードを用いて接続されたネットワークにおいてスパニングツリーを作成する際には、以下に示すように、まず、ノード 3300、3301、3302、3303 から構成されるネットワークと、ノード 3304、3305、3306、3307 から構成されるネットワークにおいてスパニングツリーが作成される。次に、広域ネットワーク 3201、ローカルネットワーク 3202、3203 において、それぞれ、スパニングツリーが作成される。このように、スパニングツリー作成段階においては、各ネットワーク毎にスパニングツリーが作成される。

【0498】

また、フレームの転送は、作成されたスパニングツリー上の経路に沿って行わ

れるが、フレーム転送時には、スパニングツリーが分割して作成されていることは意識されず、ネットワーク全体について、一つのスパニングツリーが作成されているものとして転送される。

【0499】

スパニングツリー作成動作は、第1～5の実施形態で説明した動作と同様である。そして、ノード3300～3307は、図25に示したように構成されている。ただ、作成されるスパニングツリーが一面の場合は、多面ツリーマネージャ104G、108Gは、図2のツリーマネージャ104、108でもよく、さらに、スパニングツリーの機能に応じて、図13のツリーマネージャ104Aでよい。また、ノード3300～3307以外のノードは、従来のスパニングツリー対応のノードであればよく、必ずしも、本発明のノードである必要はない。

【0500】

以下、スパニングツリー作成動作について概説する。まず、ノード3300～3307において、ツリーマネージャ108を用いて、ノード3300～3304から構成される部分ネットワークにおけるスパニングツリーおよびノード3304～3307から構成される部分ネットワークにおけるスパニングツリーを、それぞれ作成する。

【0501】

これらのスパニングツリーの状態が安定した後に、ノード3300～3307のツリーマネージャ104と他のノードのツリーマネージャとを用いて、広域ネットワーク3201、ローカルネットワーク3202、3203について、それぞれ、スパニングツリーを作成する。

【0502】

上記説明では、スパニングツリーが一面である場合について説明したが、ノード3300～3307がツリーマネージャ104G、108Gを有するノードであれば、多面のスパニングツリーを作成することも可能である。ただし、この時は、他のノードが多面スパニングツリーに対応したノードである必要がある。多面スパニングツリーに対応させるための構成の一例としては、ノード内に、ツリーマネージャをスパニングツリーの面数と同数有する構成が考えられる。このよ

うな構成として、各スパニングツリーを、それぞれ対応するツリーマネージャが管理するようにすれば、多面スパニングツリーにも対応可能である。またこのとき、スパニングツリーを全ノード数と同数作成し、作成されたスパニングツリーの各々の形状を、各ノードをルートノードとする形状とすれば、図31記載のフレームを用いてのフレーム転送時において、最短経路での転送が実現できるという効果を奏する。

【0503】

このように、スパニングツリーを段階的に作成することで、広域ネットワーク3201とローカルネットワーク3202、3203とを接続した大規模ネットワークにおいても、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能となる。

【0504】

また、障害発生時におけるスパニングツリー再構築についても、第1～5の実施形態で説明した動作と同様の動作によって、障害が発生したネットワークについてのみ、障害回復動作、即ち、スパニングツリーの再構築を行うことで、大規模ネットワーク内の他のネットワークには影響を与えずに、障害回復を行うことができる。従って、高速な障害回復が可能となる。

【0505】

次に、このように作成された大規模ネットワークにおいてスパニングツリーを用いて、フレームを転送する際の動作について説明する。

【0506】

基本的な考え方は第5の実施の形態と同様である。図31記載のフレームを用いて、宛先端末が収容されているノードをルートとする形状のスパニングツリーを用いてフレームを転送する場合の例について説明する。

【0507】

フレームの送信元端末が収容されているノードにおいて、拡張タグ格納領域2301に、送信先端末が収容されているノードのノードIDを挿入し、対応テーブルを参照し、当該ノードIDと対応するポートにフレームを送出する。

【0508】

中継ノードでは、拡張タグ格納領域2301に書かれているノードIDに基づ

いてフレームを転送する。送信先端末が収容されているノードでは、フレームの送信先MACアドレス2201の領域に書かれているMACアドレスを有する端末にフレームを転送する。各ノードがこのように動作することで、フレーム転送を実現できる。

【0509】

なお、図31のフレームの拡張タグ格納領域2301のサイズについては特に限定されないが、図31記載のフレームを用いてフレーム転送を行うときに、ネットワーク内に、従来のイーサネット(R)のフレームのみを扱えるノードが混載する場合にも転送可能とするためには、この拡張タグ格納領域2301のサイズをVLANタグ領域2203のサイズと同じ（4バイト）とすることが望ましい。

【0510】

一方、この拡張タグ格納領域2301のサイズを4バイトとした場合には、ネットワークが大規模化しノード数が増大したときに、対応できなくなる可能性もある。

【0511】

このような場合の対応としては、ネットワークをドメイン毎に論理的に分離して、ノードIDに加えて、ドメインIDをも用いることで、フレーム転送が可能となる。即ち、図34、図35に示したように、フレームのノードIDを挿入する拡張タグ情報領域2602-2の前に、ドメインIDを挿入する拡張タグ情報領域2602-1を追加した構成のフレームを用いることで、大規模ネットワークにおいても、フレーム転送が実現できる。

【0512】

ここで、図35は、図34の拡張タグ格納領域2301に格納されるフォーディングタグ2500-1、2500-2の構成例を示したものであるが、この中で、アドレスタイプ領域2901-1、2901-2には、アドレス領域2902-1、2902-2に書かれているアドレスが、ノードIDであるのか又はドメインIDであるのかのタイプが記載される領域である。各ノードではこのアドレスタイプを参照することにより、アドレス領域2902-1、2902-2

に書かれているアドレスが、何のアドレスであるかを知ることができるので、適切な対応テーブルを参照でき、フレームの送出先ポートを決定することができる。

【0513】

一例として、図33のノード32034に収容されている端末から、ノード32021に収容されている端末に対して、フレームを送信する場合について説明する。

【0514】

送信元端末からのフレームを受信したノード32034は、フレームの拡張タグ格納領域2301に、送信先端末が収容されているノード32021のノードIDおよび、このノードが属している論理ネットワーク3202のドメインIDを挿入し、ノード内の対応テーブルを参照し、ノード33032に対してフレームを送出する。

【0515】

ノード33032では、拡張タグ格納領域2301に書かれているドメインIDのみを参照し、フレームをノード3307に送出する。広域ネットワーク3201内では、同様に、フレームの拡張タグ格納領域2301に書かれているドメインIDのみを参照し、フレームをノード3301まで転送する。ノード3301は、拡張タグ格納領域2301に書かれたドメインIDが、隣接していることがわかるので、このフレームからドメインIDが書かれている拡張タグ格納領域2301を削除し、ノード3303に転送する。ノード3303は、拡張タグ格納領域2301のノードID情報と、対応テーブルを参照することにより、ノード32021に対してフレームを送出する。ノード32021は、受信したフレームの拡張タグ格納領域2301に書かれているノードIDが自ノードであることを知るので、フレームから拡張タグ格納領域2301を削除し、端末宛にフレームを転送する。このようにすることで、本発明を用いて作成したスパニングツリーを用いてフレーム転送を行うことが可能となる。

【0516】

また、フレーム転送時にノードが参照している対応テーブルは、送信先のノ

ドIDまたはドメインIDと送出先のポートとの対応関係が記載されているもので、この対応テーブルは、ネットワークを管理するサーバ等からの情報に基づいて作成可能である。

【0517】

以上好ましい実施の形態及び実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形態及び実施例に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内において、様々に変形して実施することができる。

【0518】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、以下のような効果が達成される。

【0519】

第1に、スパニングツリーをドメイン（複数のネットワーク毎）毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間を大幅に短縮することが可能となる。

【0520】

従って、ネットワークの規模が拡大しても、スパニングツリーの構築に要する時間を極力短くすることができる。

【0521】

また、スパニングツリーを多面に作成する場合においても、スパニングツリーの構築時間を短縮することが可能となる。

【0522】

第2に、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本発明では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態における、ネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態における、ノード 1 1 の構成を示すブロック図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施の形態における、テーブル 1 0 3 の構成例を示す表である。

【図 4】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリーマネージャ 1 0 4 の構成を示すブロック図である。

【図 5】 本発明の第 1 の実施の形態における、テーブル 1 0 7 の構成例を示す表である。

【図 6】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリーマネージャ 1 0 8 の構成を示すブロック図である。

【図 7】 本発明の第 1 の実施の形態における、障害検出器 1 0 9 の構成を示すブロック図である。

【図 8】 本発明の第 1 の実施の形態における、スパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 9】 本発明の第 1 の実施の形態における、単一障害時のスパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 1 0】 本発明の第 1 の実施の形態における、第 4 の実施例のネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 1 1】 本発明の第 1 の実施の形態における、第 5 の実施例のネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 1 2】 本発明の第 1 の実施の形態における、第 5 の実施例のノード 1 2 の構成を示すブロック図である。

【図 1 3】 本発明の第 2 の実施の形態における、ノード 1 1 の構成を示すブロック図である。

【図 1 4】 本発明の第 2 の実施の形態における、障害検出器 1 0 9 A の構成を示すブロック図である。

【図 1 5】 本発明の第 2 の実施の形態における、2 重障害時のスパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 1 6】 本発明の第 3 の実施の形態における、ネットワーク及びスパニ

ングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 1 7】 本発明の第 3 の実施の形態における、ノード 1 1 R の構成を示すブロック図である。

【図 1 8】 本発明の第 3 の実施の形態における、テーブル 1 0 7 R の構成例を示す表である。

【図 1 9】 本発明の第 3 の実施の形態における、T T L マネージャ 1 0 8 R の基本構成を示すブロック図である。

【図 2 0】 本発明の第 3 の実施の形態における、T T L マネージャ 1 0 8 R の別の構成を示すブロック図である。

【図 2 1】 本発明の第 4 の実施の形態における、ネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 2 2】 本発明の第 4 の実施の形態における、ノード 5 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2 3】 本発明の第 4 の実施の形態における、B P D U 識別器 1 0 0 の構成を示すブロック図である。

【図 2 4】 本発明の第 5 の実施の形態における、ネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 2 5】 本発明の第 5 の実施の形態における、ノード 1 1 G の構成を示すブロック図である。

【図 2 6】 本発明の第 5 の実施の形態における、テーブル 1 0 3 G の構成例を示す表である。

【図 2 7】 本発明の第 5 の実施の形態における、ノード 2 1 G の構成を示すブロック図である。

【図 2 8】 本発明の第 5 の実施の形態における、テーブル 2 0 3 の構成例を示す表である。

【図 2 9】 本発明の従来技術による、スパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 3 0】 本発明の第 1 の実施の形態における、ネットワーク毎のネットワーク構成およびスパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 3 1】 本発明の拡張タグ付きイーサネット (R) フレームの構成例を示す図である。

【図 3 2】 本発明を適用して接続する 3 つのネットワークの例を示す図である。

【図 3 3】 図 3 2 に示した 3 つのネットワークを本発明を適用して接続した場合の例を示す図である。

【図 3 4】 本発明の階層化ネットワークにおけるフレームフォーマット例を示す図である。

【図 3 5】 本発明の階層化ネットワークにおけるフォワーディングタグの構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ～ 3 : ネットワークドメイン
- 1 1 ～ 1 6 : MAC 転送コアノード
- 1 1 G ～ 1 4 G : タグ転送コアノード
- 1 1 R ～ 1 4 R : RPR 転送コアノード
- 2 1 ～ 2 3 : エッジノード
- 2 1 G ～ 2 2 G : タグ転送エッジノード
- 3 1 ～ 3 3 : エッジノード
- 3 1 G ～ 3 2 G : タグ転送エッジノード
- 5 1 ～ 5 2 : コアノード
- 1 0 0 : B P D U 識別器
- 1 0 0 U : 設定部
- 1 0 1 : 転送器
- 1 0 1 G : タグ転送器
- 1 0 2 : アドレス学習器
- 1 0 3 : テーブル
- 1 0 3 G : タグ転送テーブル
- 1 0 4 : ツリーマネージャ
- 1 0 4 A : ツリーマネージャ

1 0 4 X：ツリーマネージャ
1 0 4 Y：ツリーマネージャ
1 0 4 G：多面ツリーマネージャ
1 0 5：転送器
1 0 5 R：R P R フレーム転送器
1 0 5 G：タグ転送器
1 0 6：アドレス学習器
1 0 7：テーブル
1 0 7 G：タグ転送テーブル
1 0 7 R：R P R テーブル
1 0 8：ツリーマネージャ
1 0 8 R：多面ツリーマネージャ
1 0 8 R：T T L マネージャ
1 0 9：障害検出器
1 0 9 A：障害検出器
1 1 0 遮断器
1 1 1～1 1 5：ポート
1 1 6：仮想ポート
1 2 1～1 2 5：ポート
1 2 6～1 2 7：仮想ポート
1 3 1～1 3 5：ポート
1 4 1～1 4 5：ポート
1 5 1～1 5 5：ポート
1 6 1～1 6 5：ポート
2 0 1：タグ操作器
2 0 2：アドレス学習器
2 0 3：タグ管理テーブル
2 1 0：端末接続ポート（ダウンリンクポート）
2 1 1～2 1 3：ポート

2 2 0 : 端末接続ポート (ダウンリンクポート)
2 2 1 ~ 2 2 3 : ポート
3 1 0 : 端末接続ポート (ダウンリンクポート)
3 1 1 ~ 3 1 3 : ポート
3 2 0 : 端末接続ポート (ダウンリンクポート)
3 2 1 ~ 3 2 3 : ポート
5 1 1 ~ 5 1 3 : ポート
5 2 1 ~ 5 2 3 : ポート
1 0 0 1 : 分類器
1 0 0 2 : 識別子挿入器
1 0 0 3 : 識別子削除器
1 0 0 4 : 識別子挿入器
1 0 0 5 : 識別子削除器
1 0 3 1 : 宛先MACアドレスフィールド
1 0 3 1 G : 宛先識別タグフィールド
1 0 3 2 : 出力ポートフィールド
1 0 3 2 G : 出力ポートフィールド
1 0 4 1 : ツリーコントローラ
1 0 4 2 ~ 1 0 4 3 : B P D U 送受信器
1 0 4 4 : ユニキャスト B P D U 送受信器
1 0 4 5 ~ 1 0 4 7 : ポート遮断器
1 0 7 1 : 宛先MACアドレスフィールド
1 0 7 1 R : 宛先R P R ノードアドレスフィールド
1 0 7 2 : 出力ポートフィールド
1 0 7 2 R : リング I D フィールド
1 0 8 1 R ~ 1 0 8 2 R : T T L チェッカ
1 0 8 3 R ~ 1 0 8 4 R : T T L コントローラ
1 0 9 1 ~ 1 0 9 2 : 信号分離器
1 0 9 3 ~ 1 0 9 4 : 障害検出信号送受信器

1 0 9 3 A ~ 1 0 9 4 A : 障害検出信号送受信器

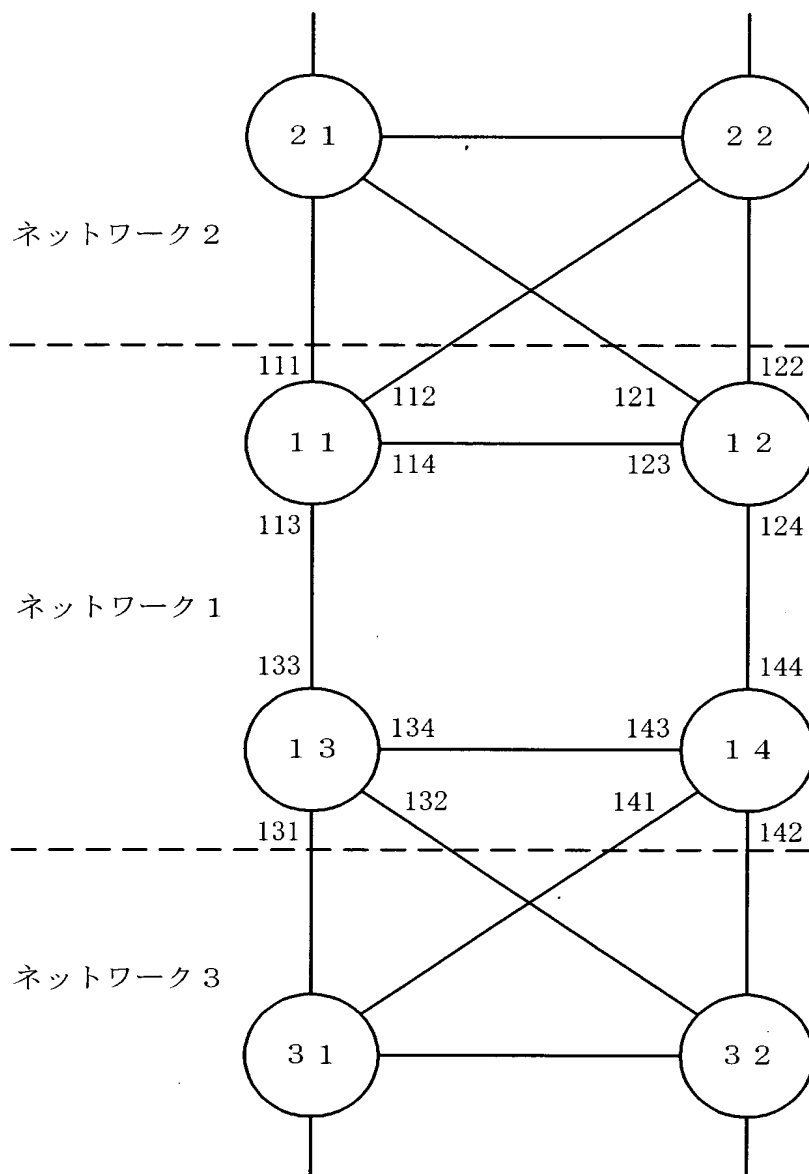
2 0 3 1 : 宛先MACアドレスフィールド

2 0 3 2 : 挿入タグフィールド

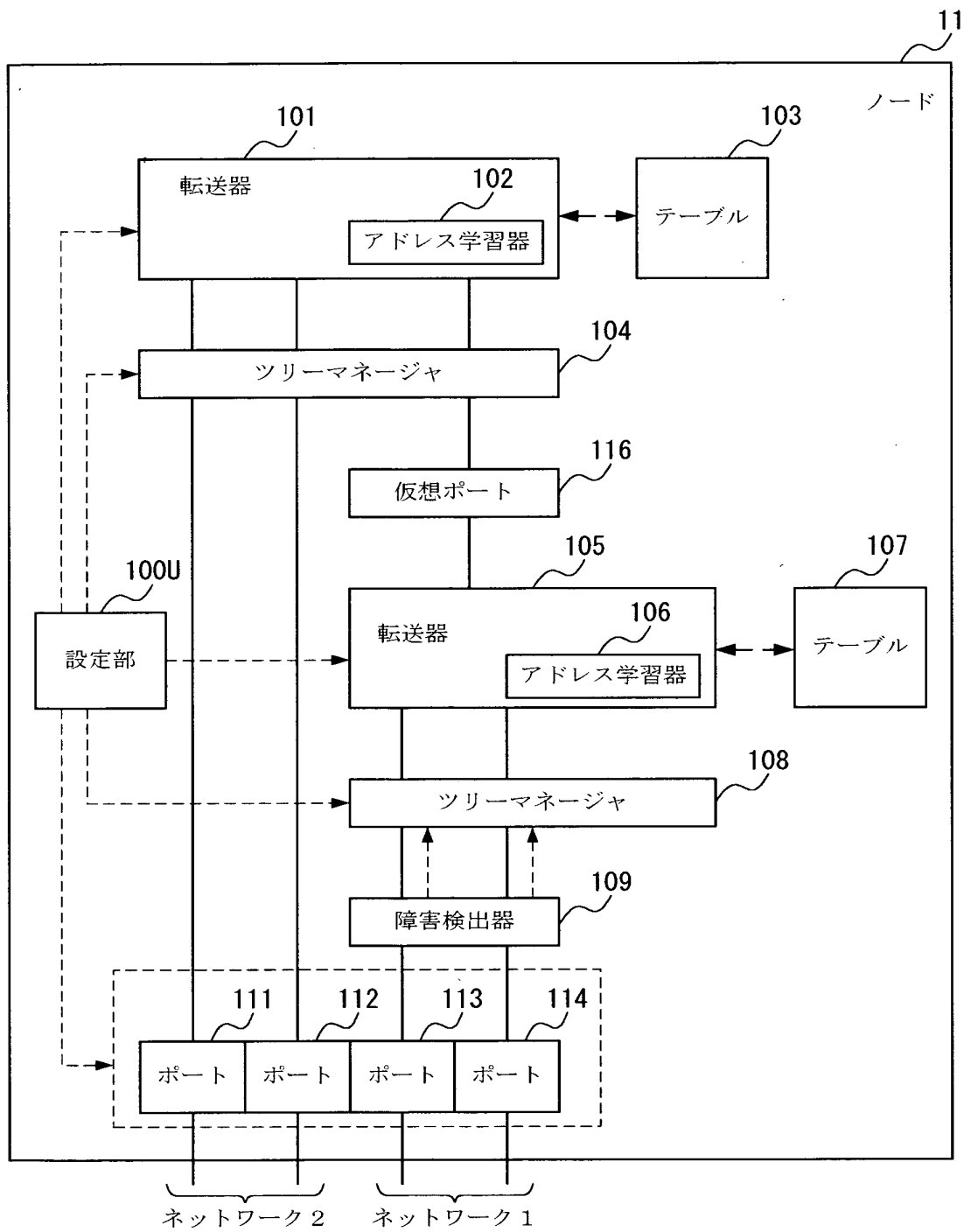
2 3 0 1 : 拡張タグ格納領域

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

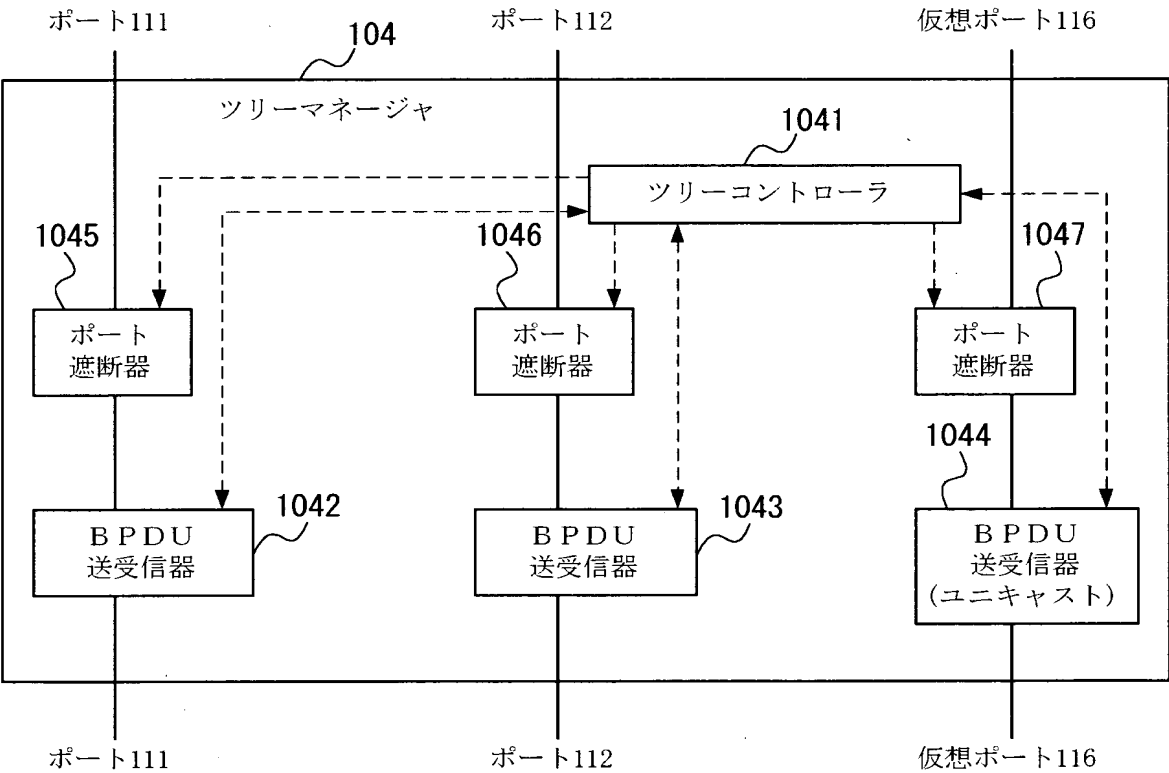


【図 3】

テーブル103

宛先MAC	出力ポート
1A 12 26 4F 5G 08	111
30 34 7D 5B E8 FF	116
58 DC FE 32 11 9A	116
BB 7C 67 28 09 12	112

【図 4】

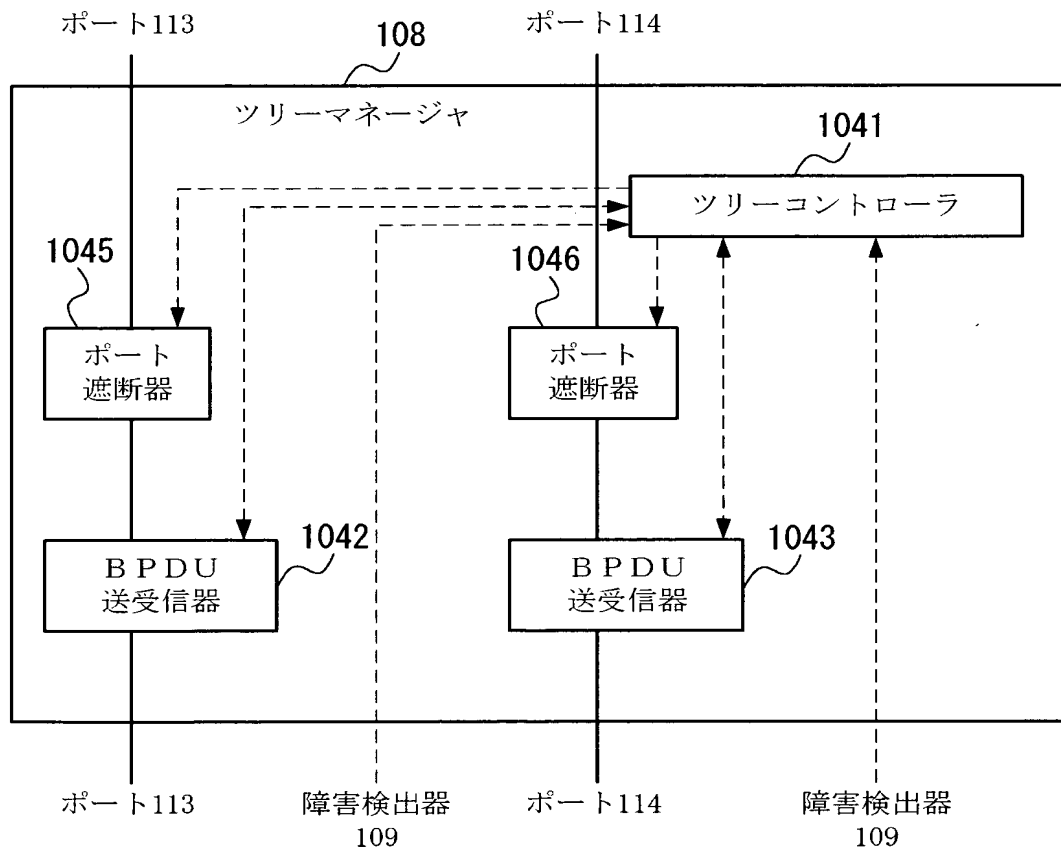


【図 5】

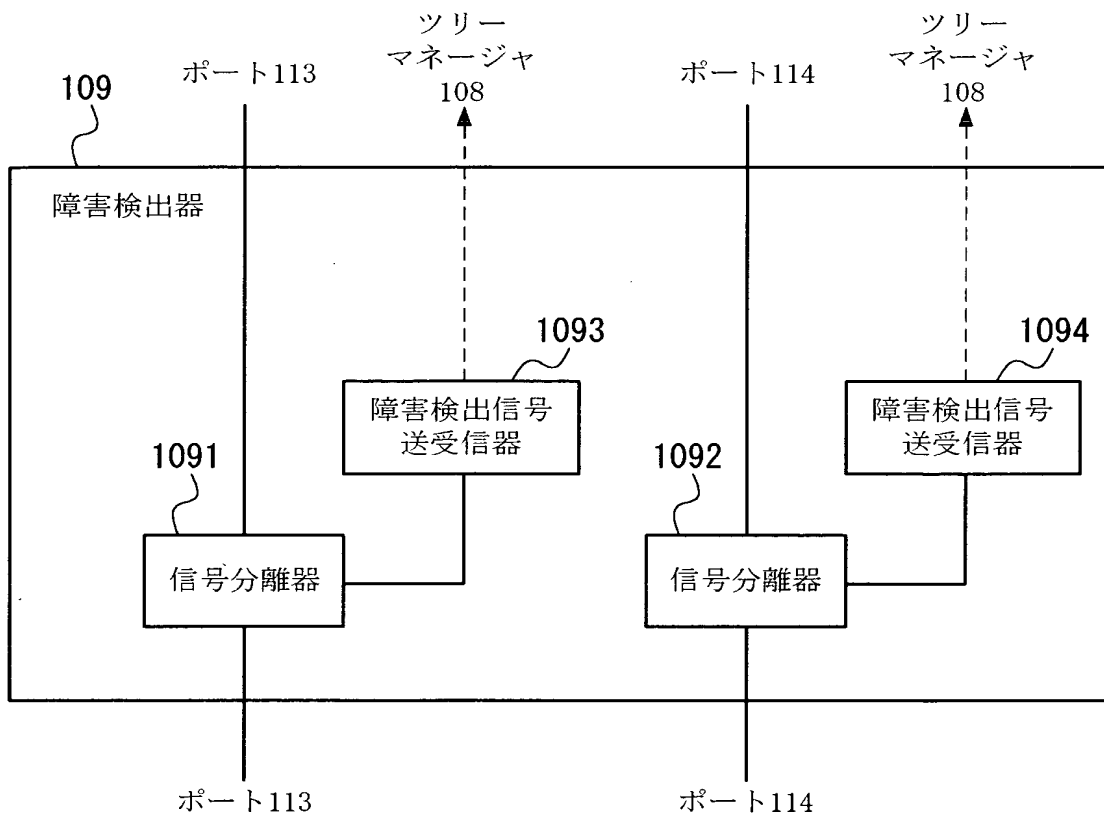
テーブル107

宛先MAC	出力ポート
1A 12 26 4F 5G 08	111
30 34 7D 5B E8 FF	113
58 DC FE 32 11 9A	114
BB 7C 67 28 09 12	116

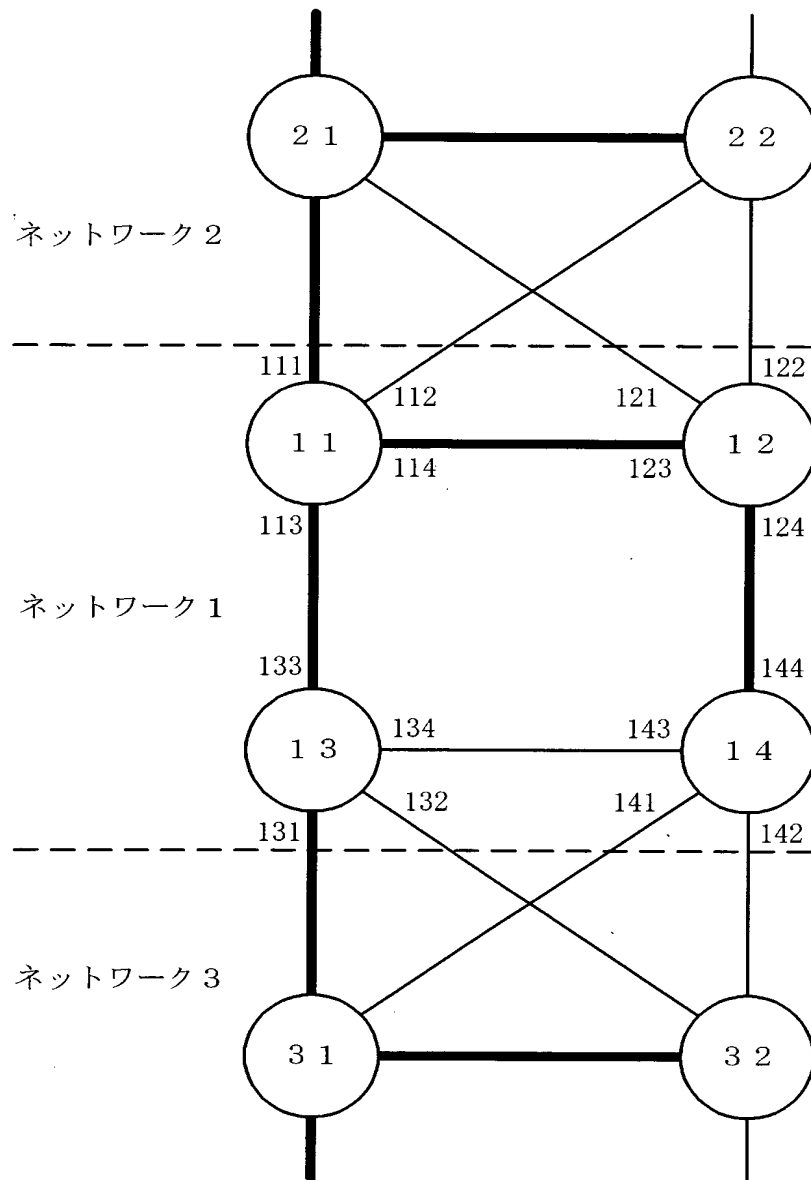
【図 6】



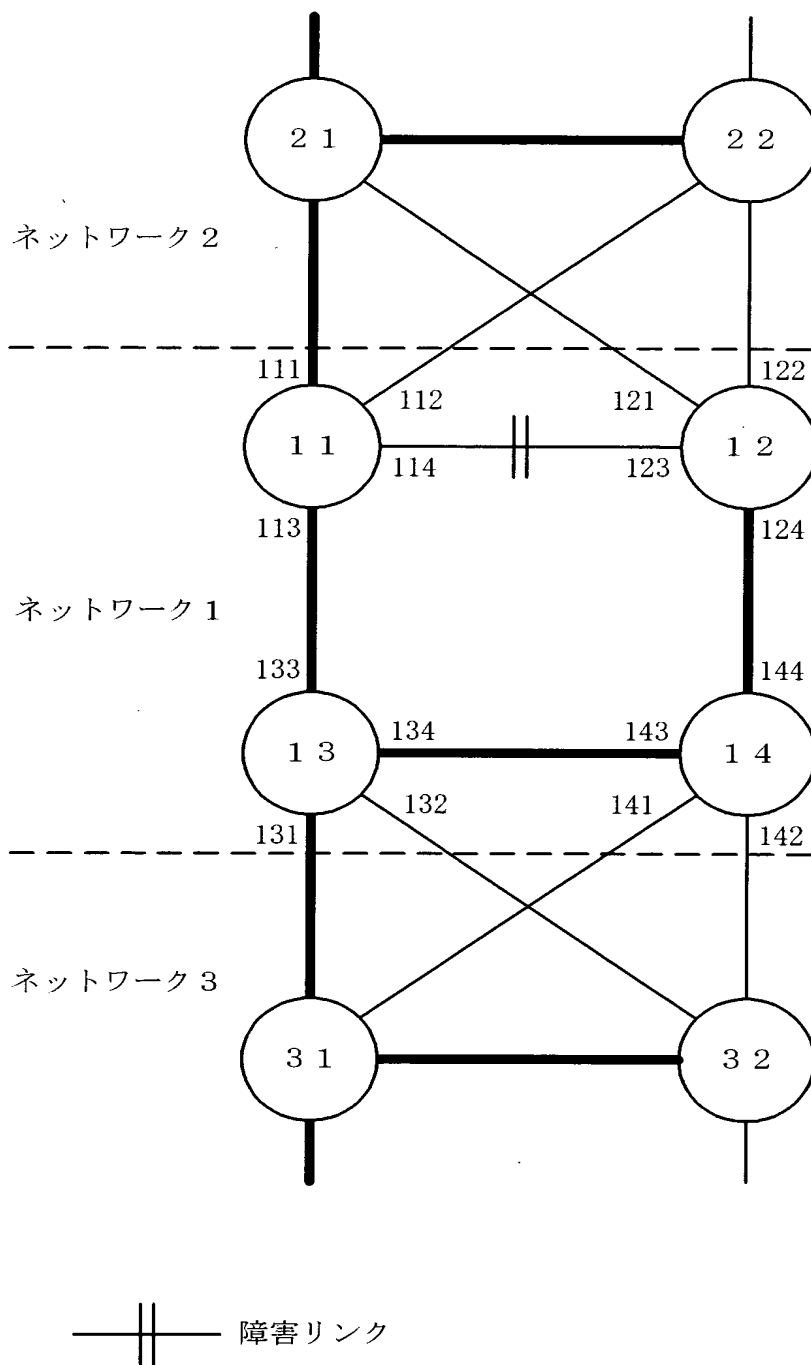
【図 7】



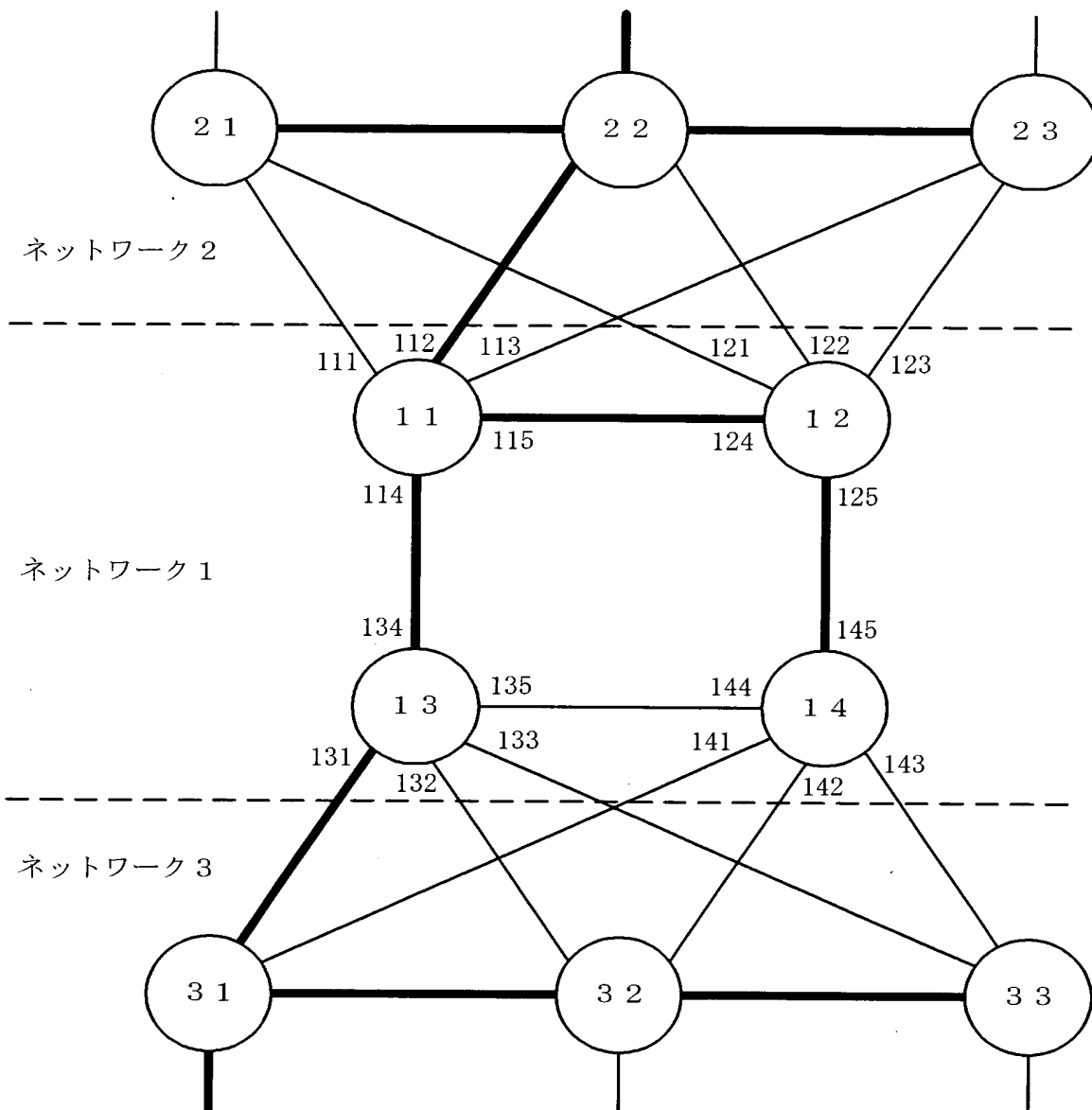
【図 8】



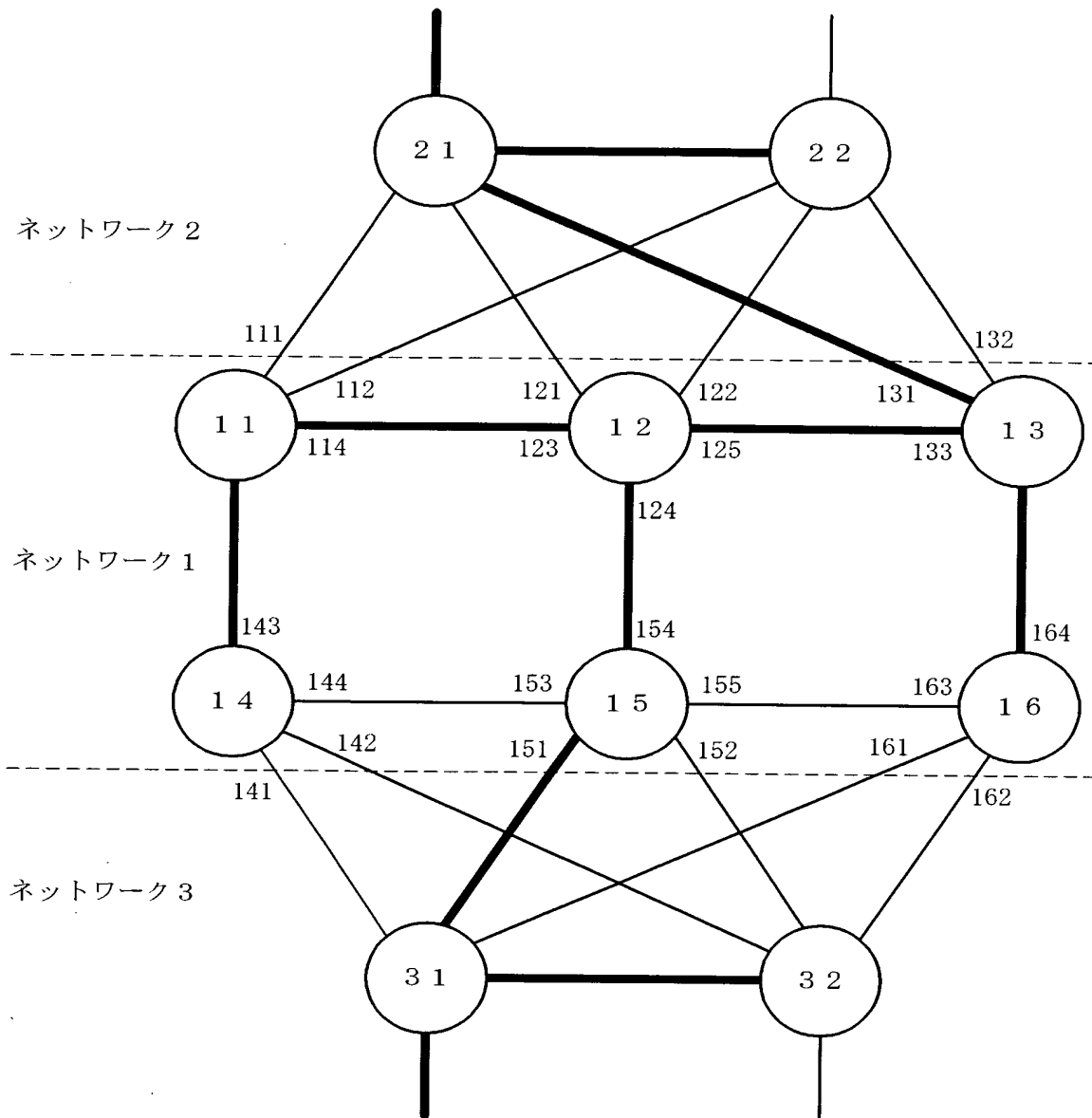
【図 9】



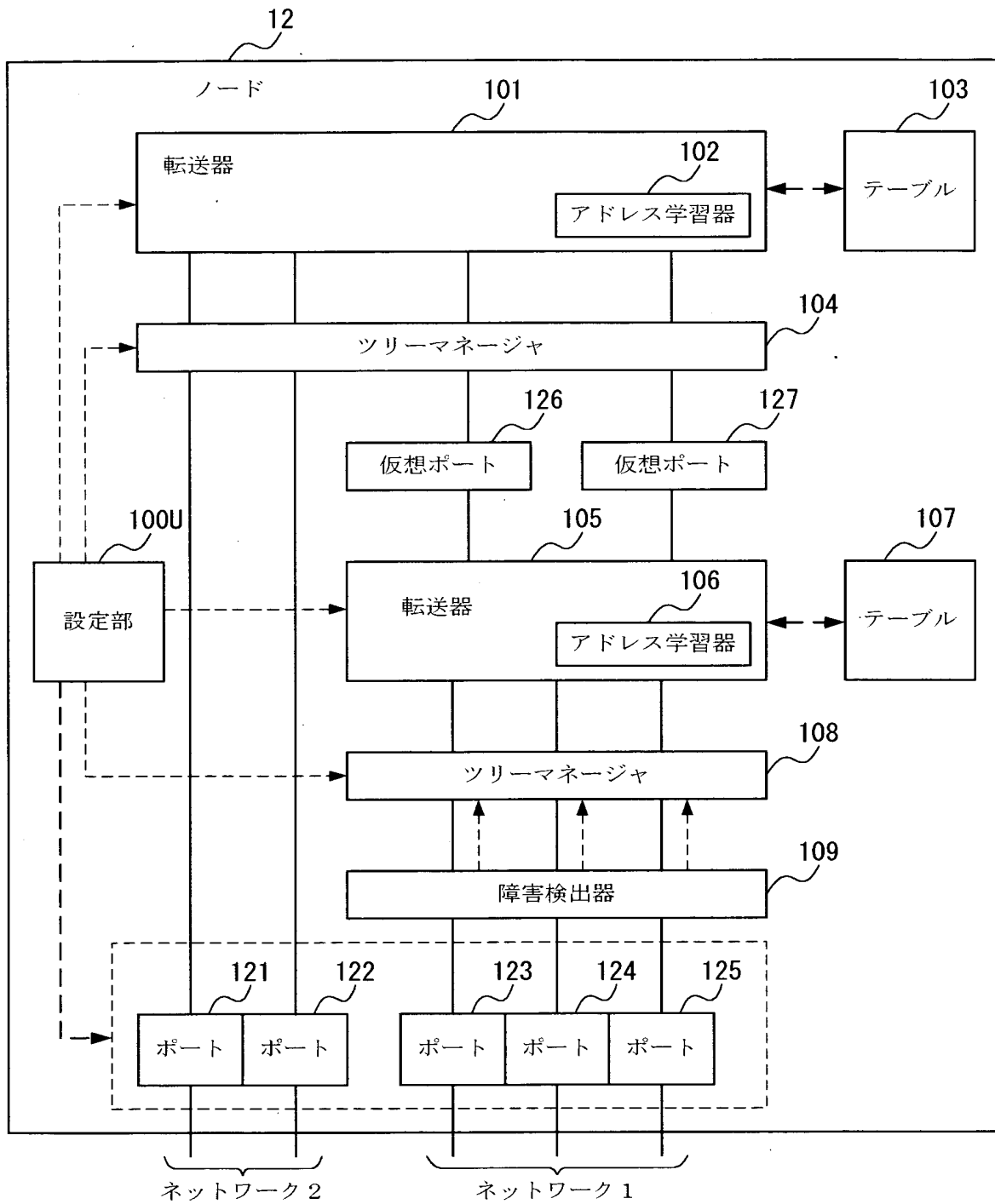
【図 10】



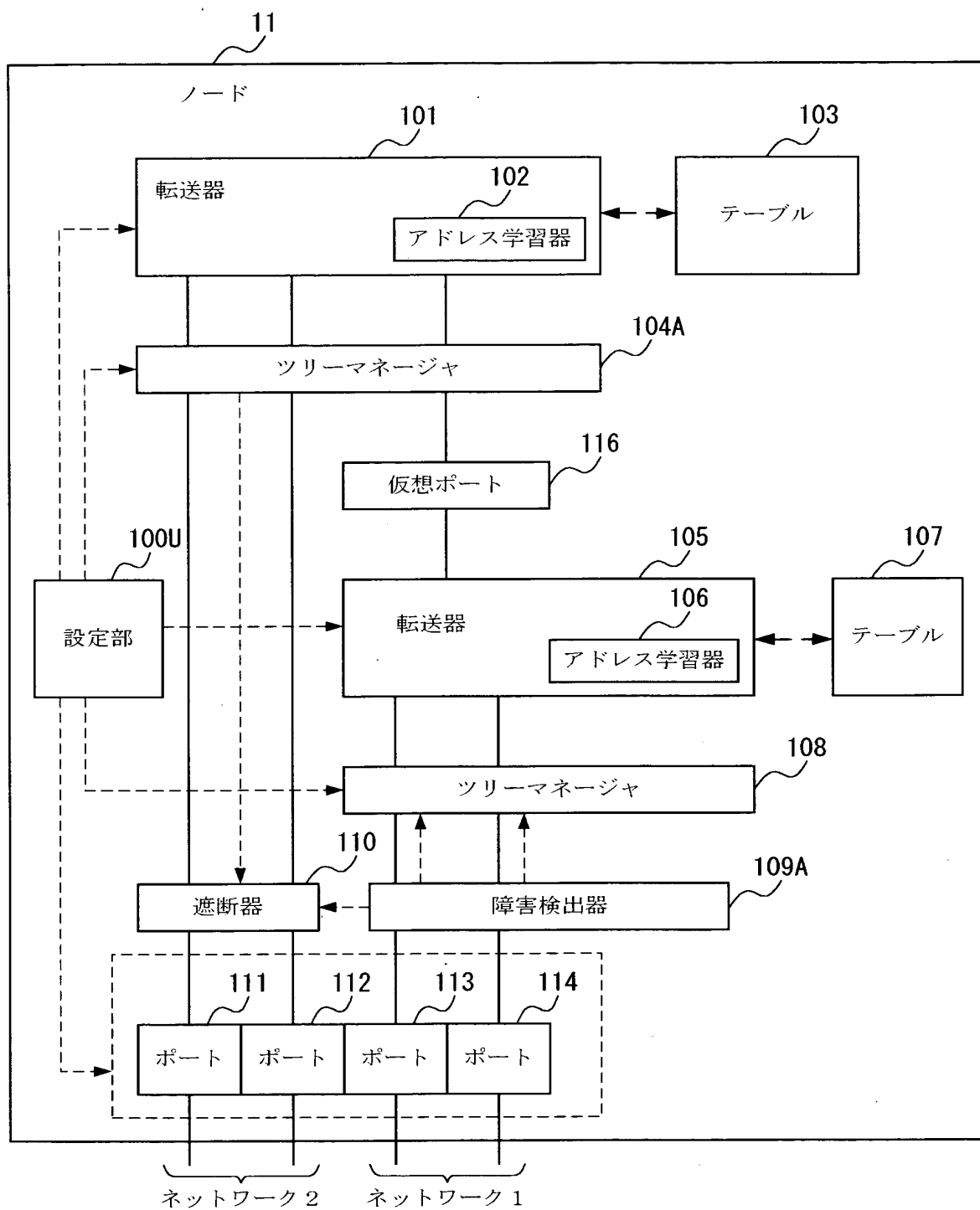
【図 11】



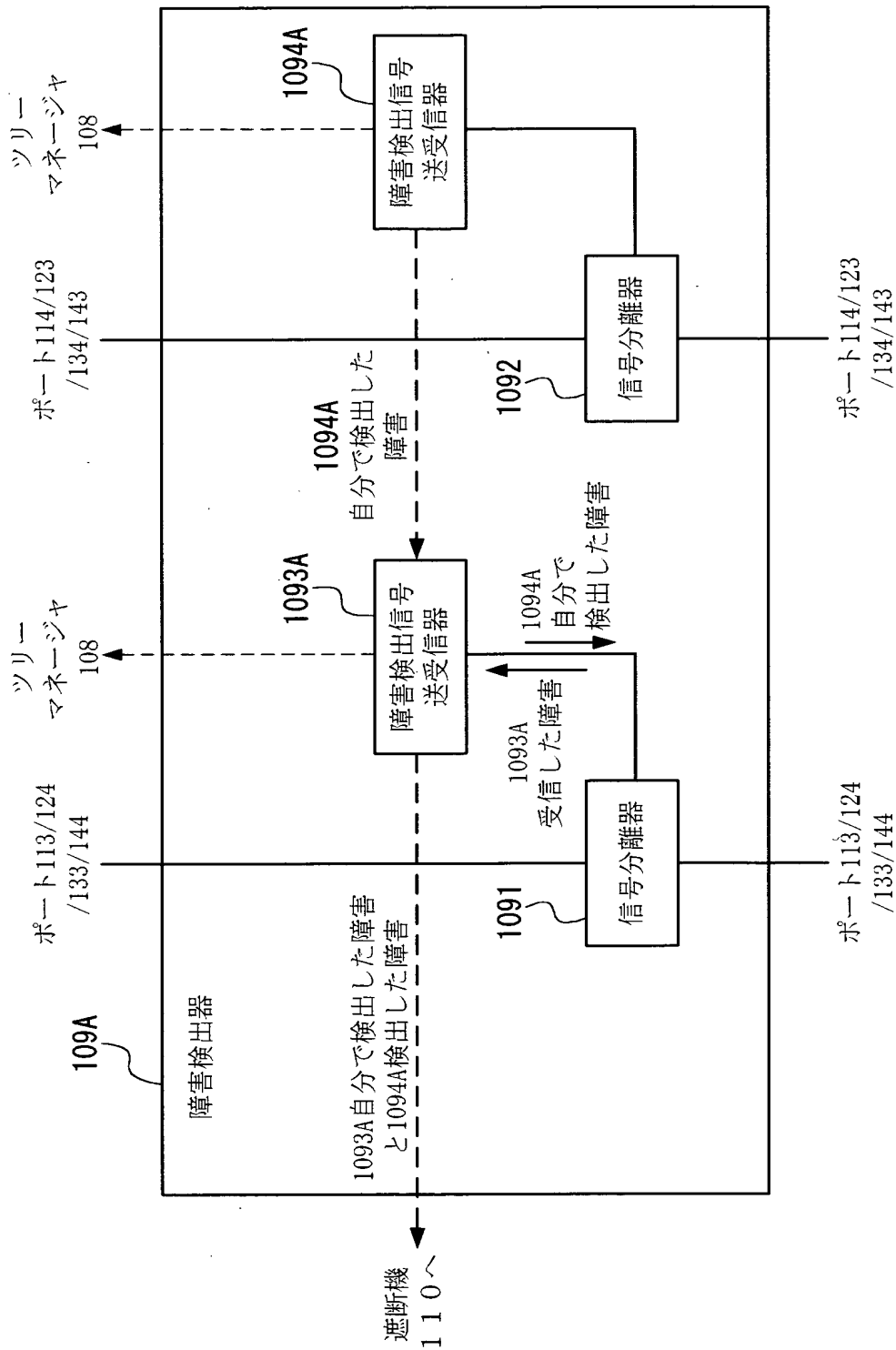
【図 12】



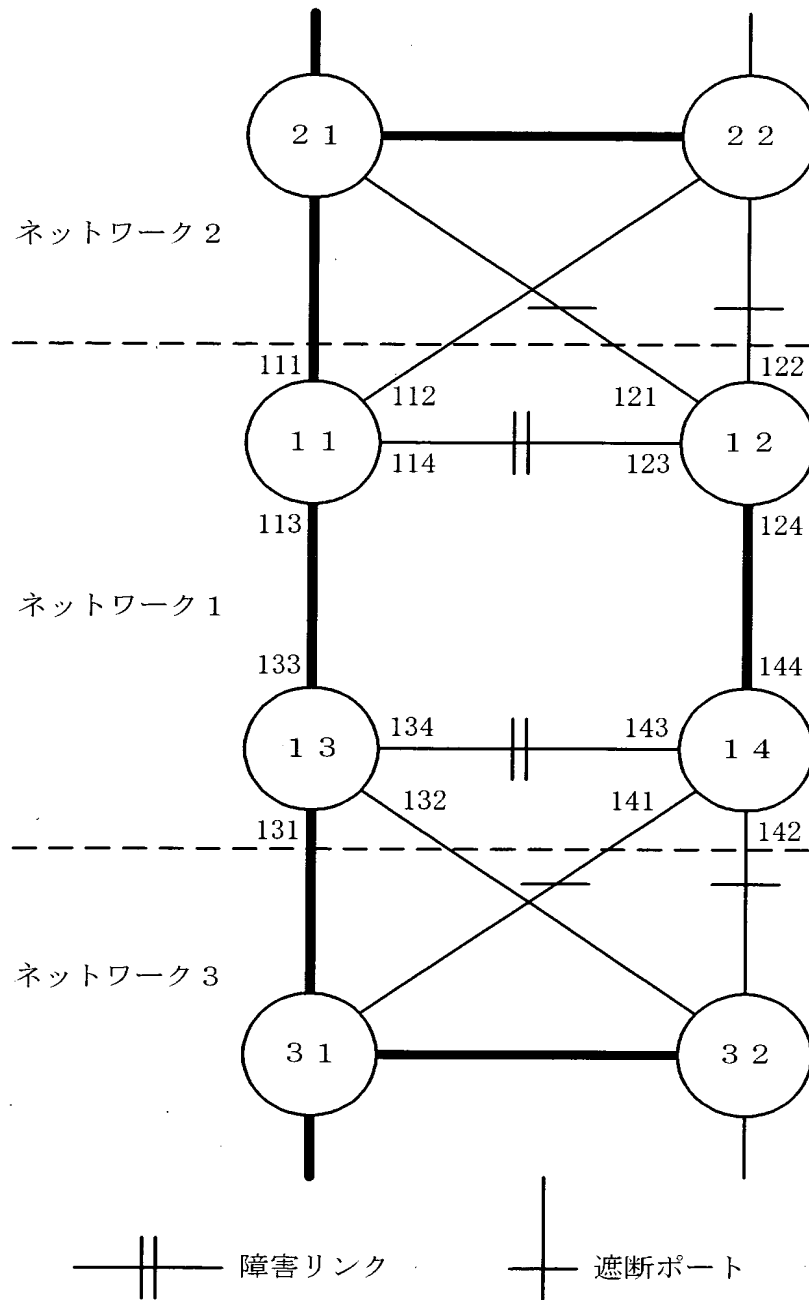
【図 13】



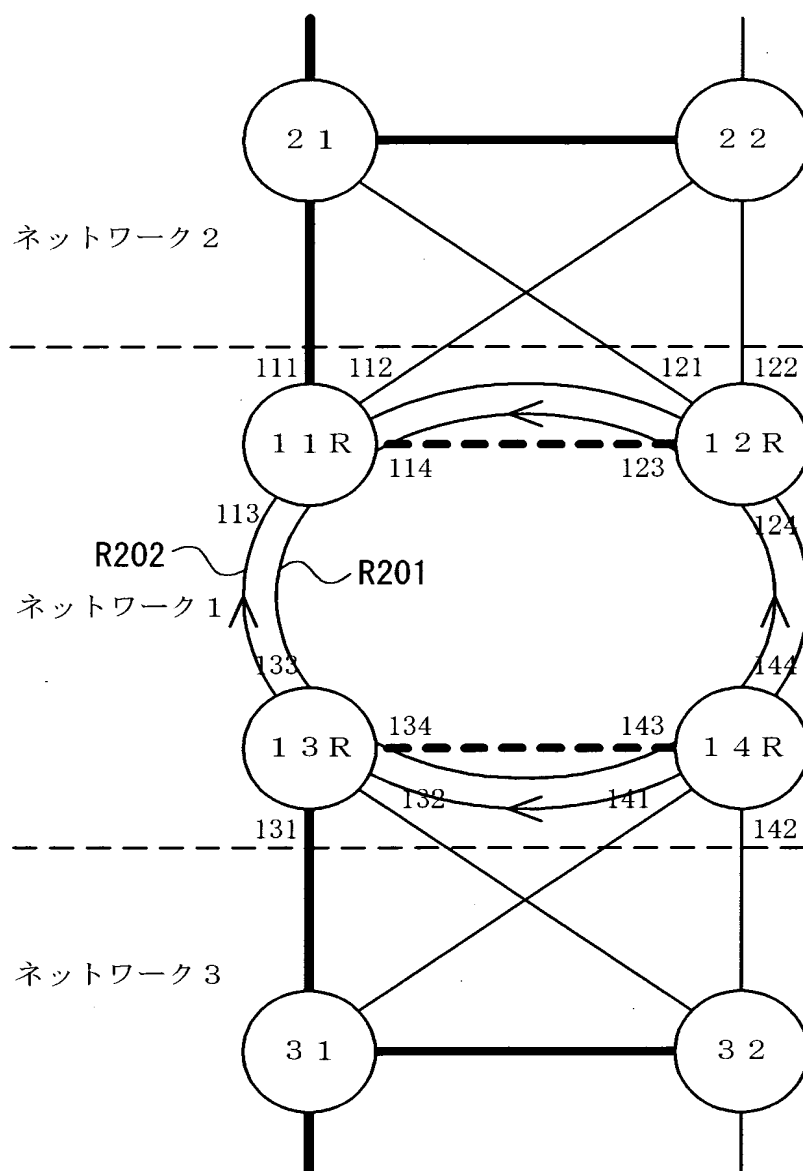
【図 14】



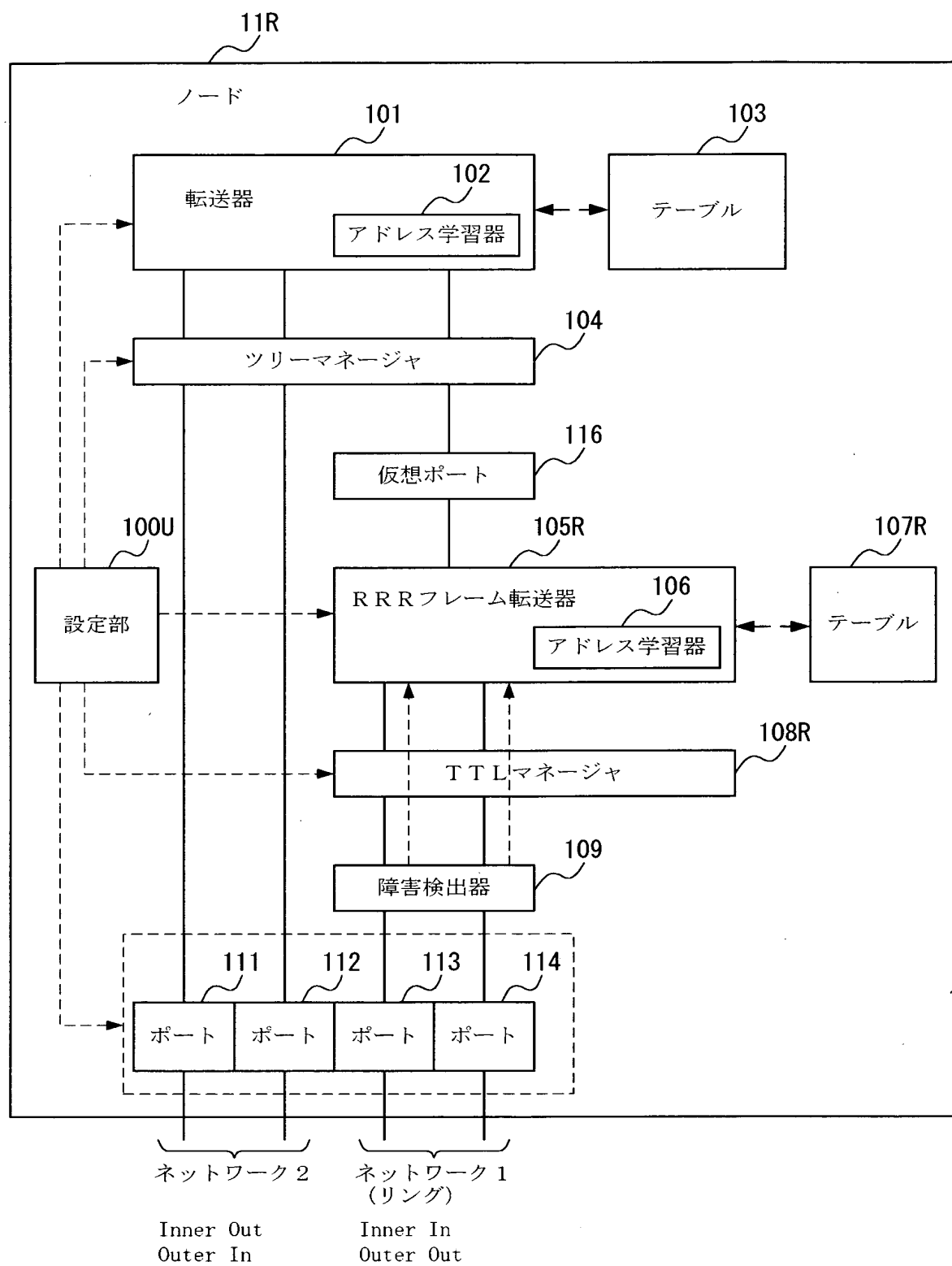
【図 15】



【図 16】



【図 17】

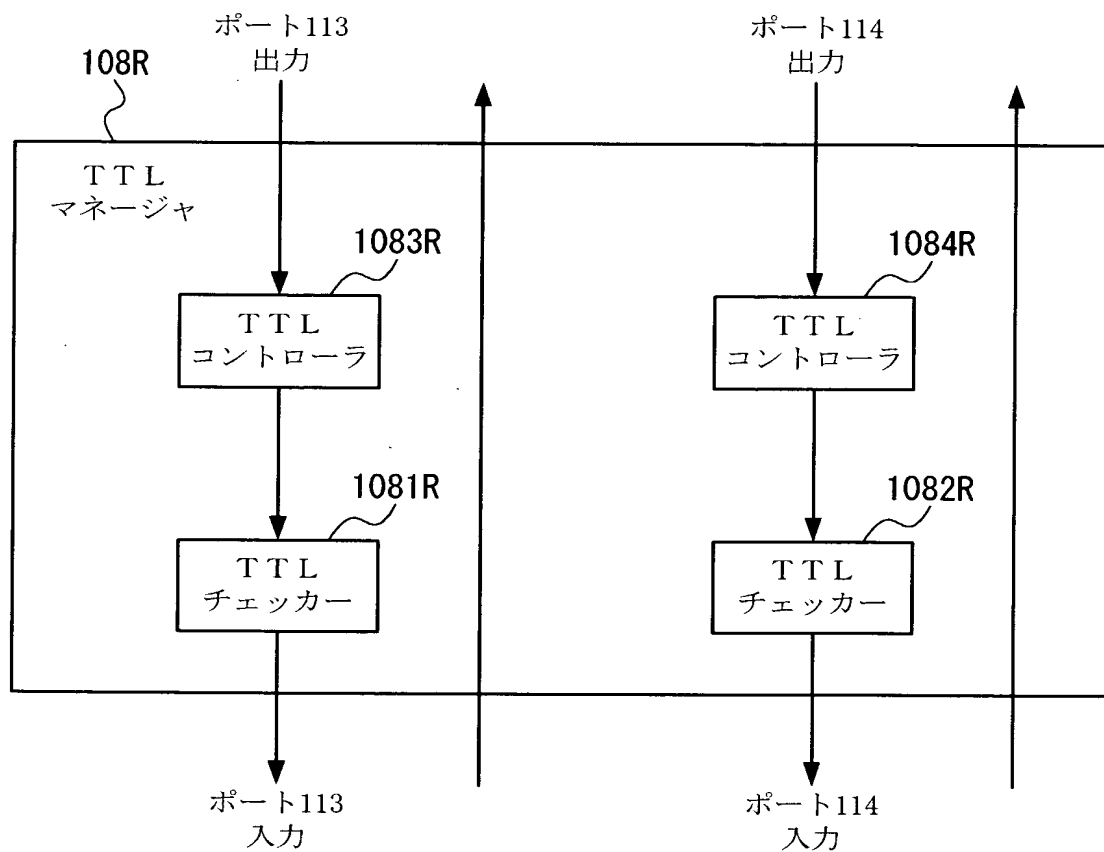


【図 18】

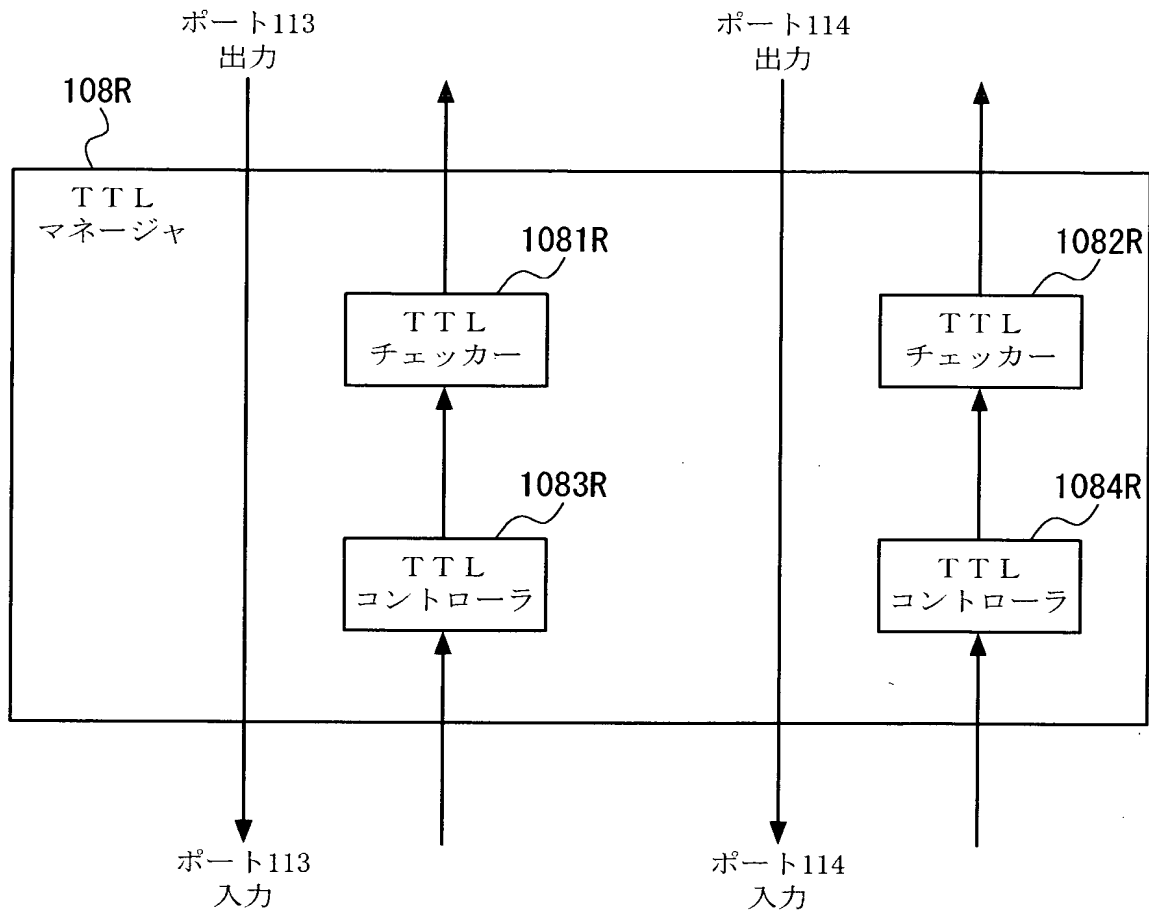
テーブル107R

宛先MAC	宛先RPR ノード	リングID	出力ポート	
01 80 C2 00 00 00	1 2 R	O u t e r	1 1 4	あらかじめ設定
30 34 7D 5B E8 FF	1 3 R	I n n e r	1 1 3	例
58 DC FE 32 11 9A	1 2 R	O u t e r	1 1 4	例
BB 7C 67 28 09 12	1 1 R	削除	1 1 6	例

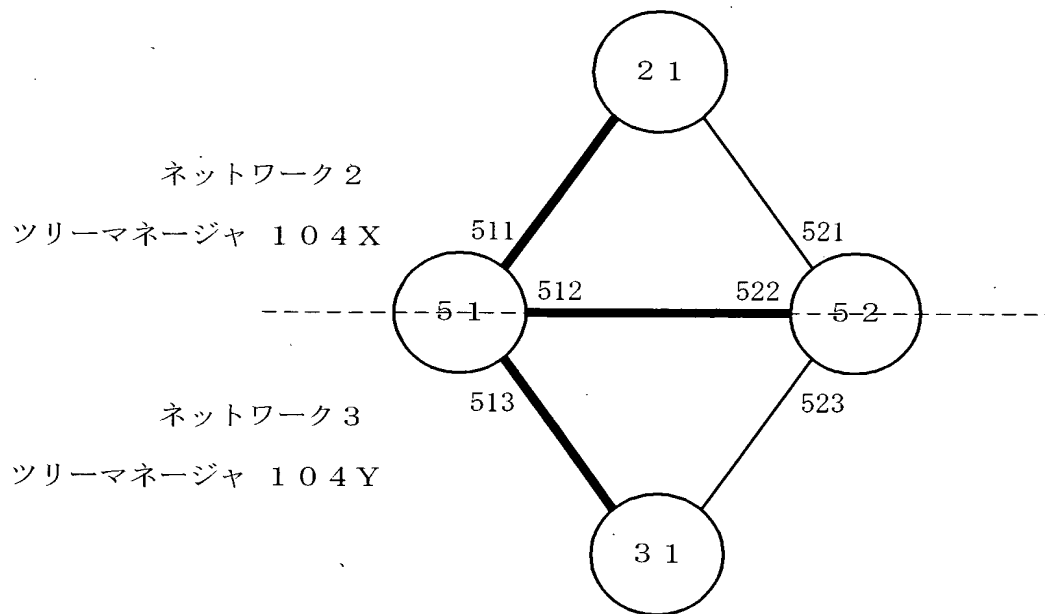
【図 19】



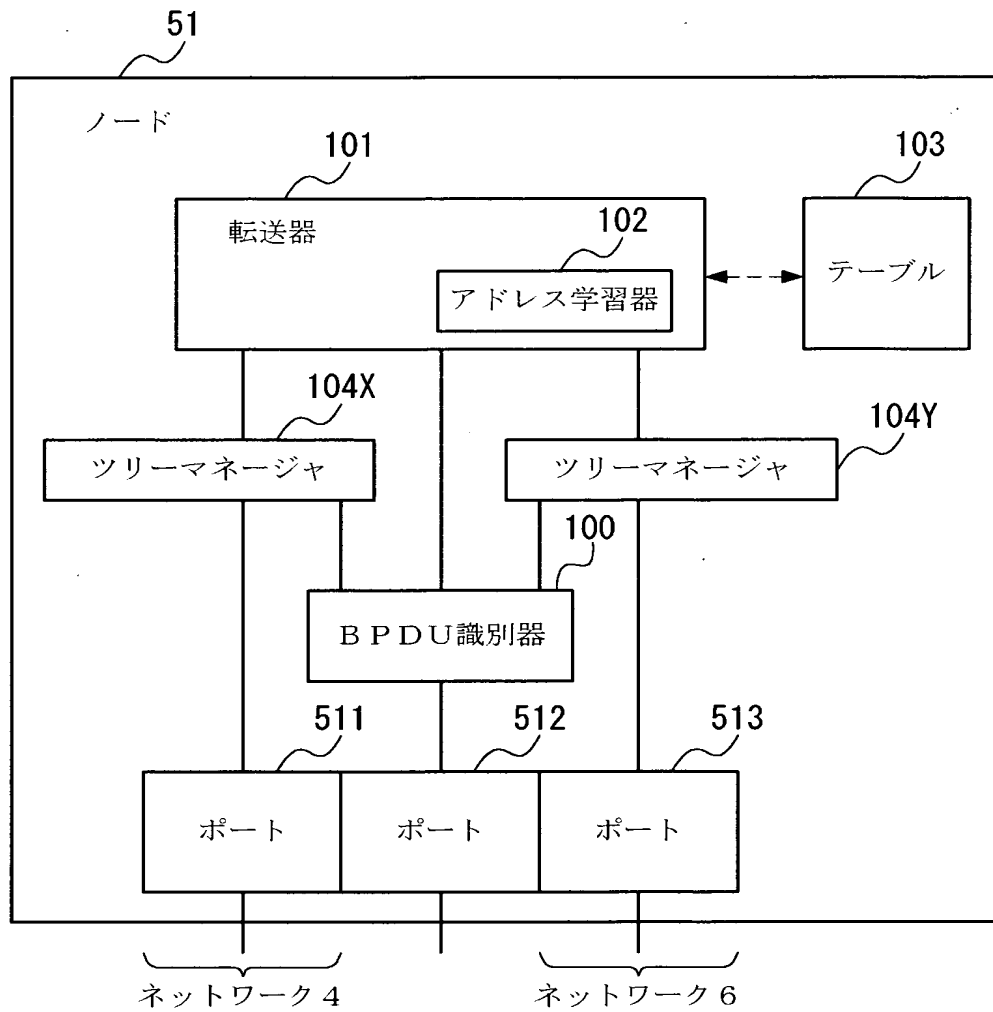
【図 20】



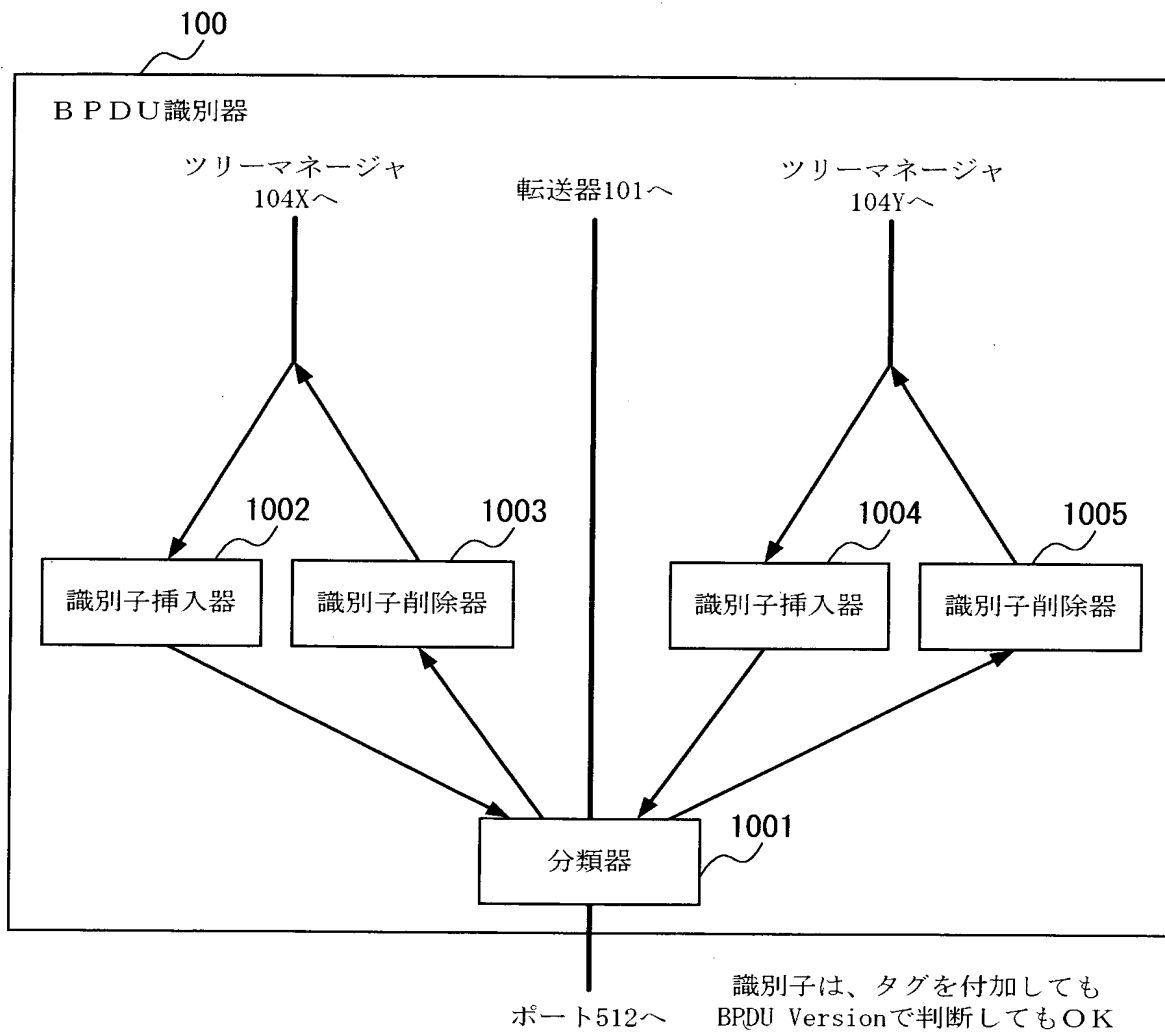
【図 21】



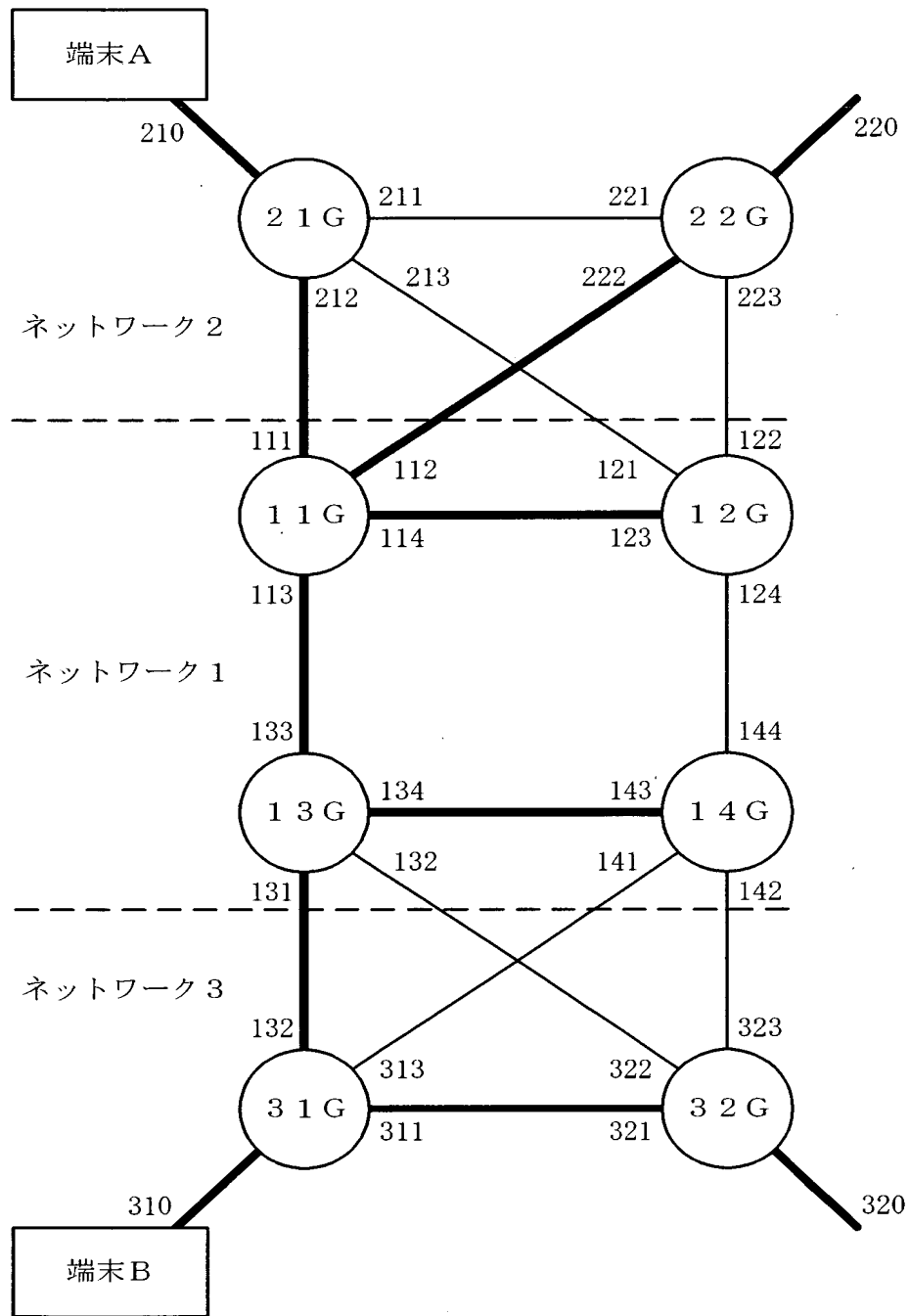
【図 22】



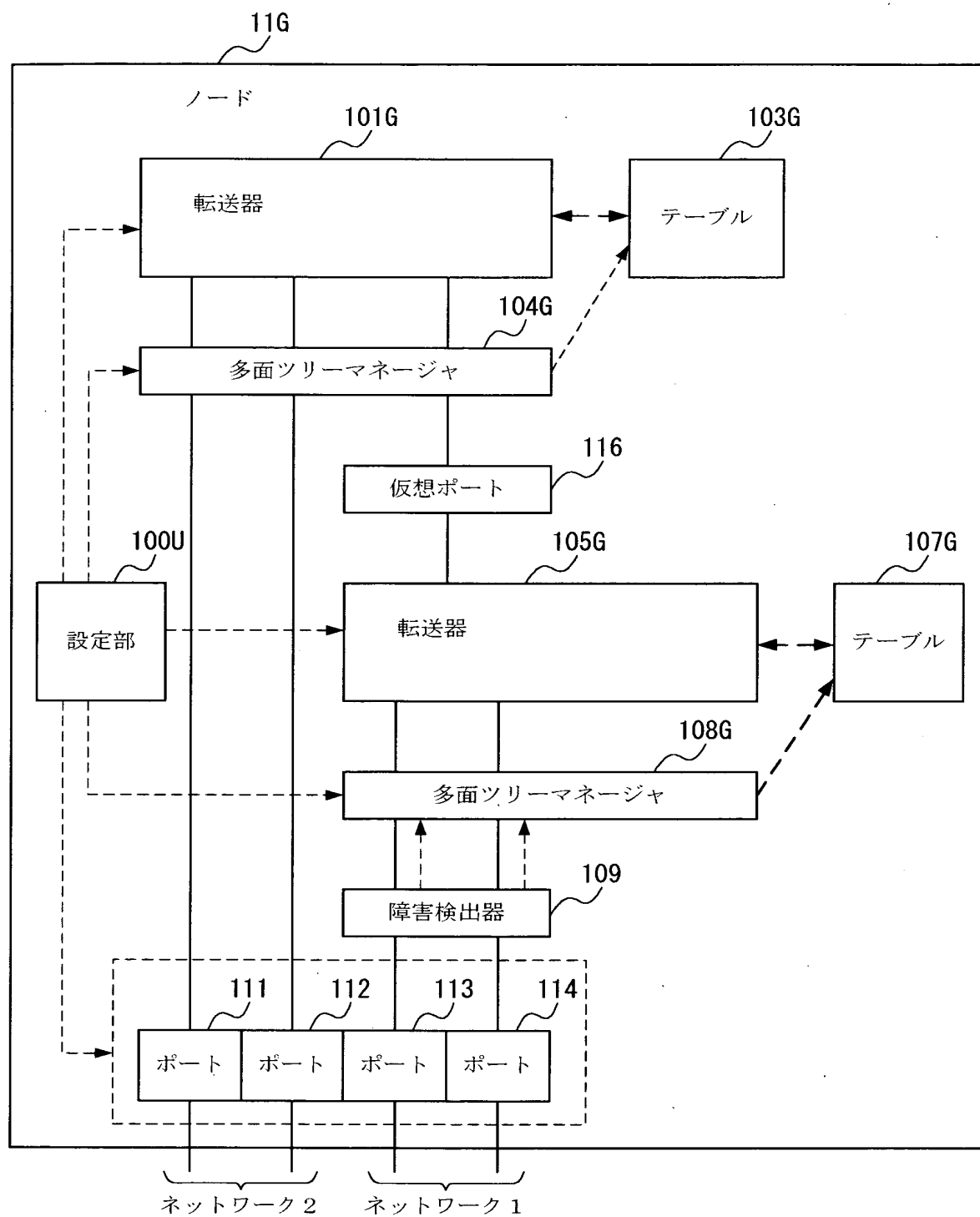
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【図 26】

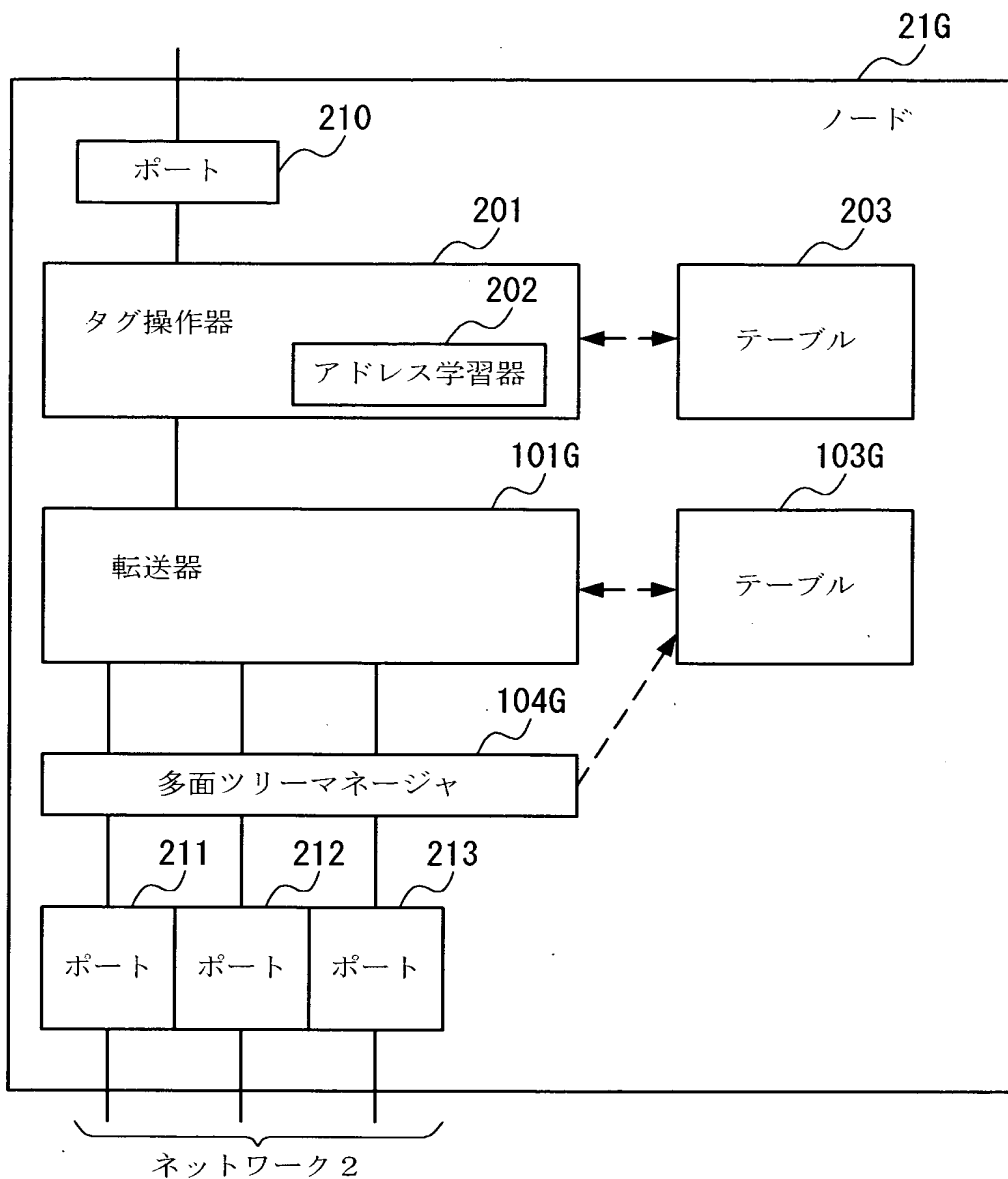
テーブル103G

1031G

1032G

宛先識別タグ	出力ポート
0 0 0 0	1 1 1
0 0 3 1	1 1 6
0 1 5 6	1 1 6
4 0 9 5	1 1 2

【図 27】



【図 2 8】

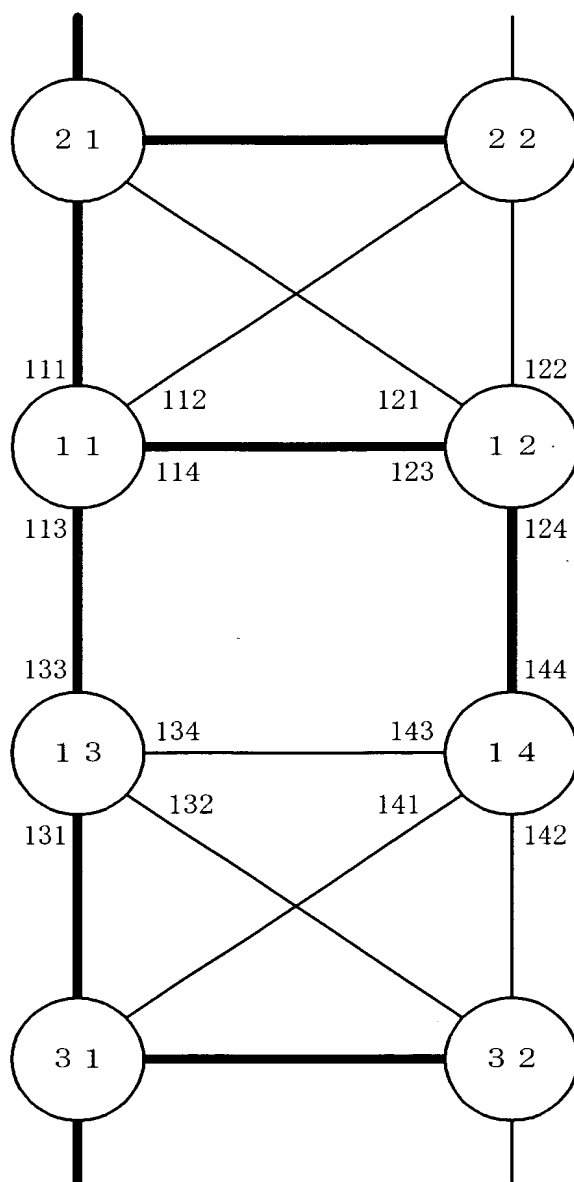
テーブル203

2301

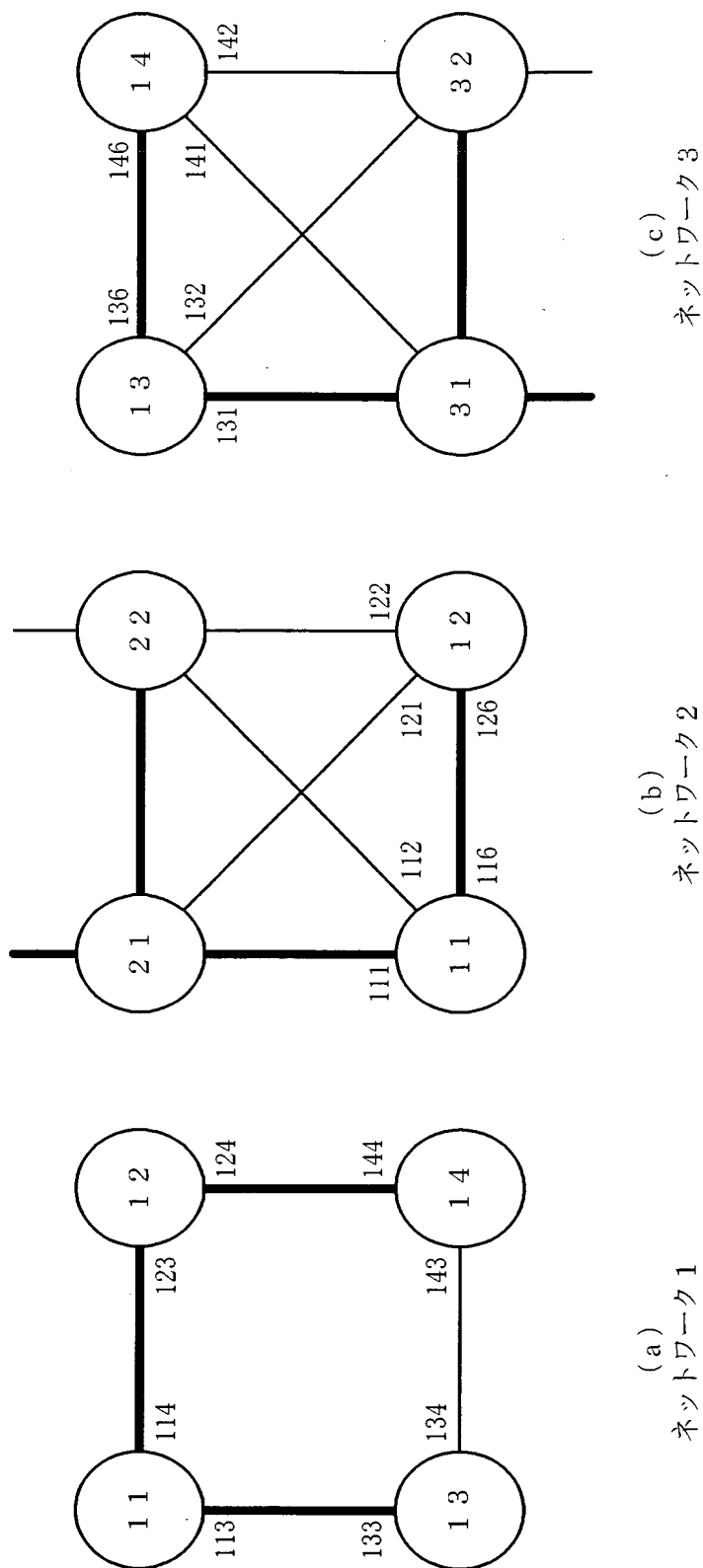
2302

宛先MAC	挿入タグ
1A 12 26 4F 5G 08	0 0 0 0
22 00 00 00 00 22	0 0 3 1
58 DC FE 32 11 9A	1 8 6 2
BB 7C 67 28 09 12	4 0 9 5

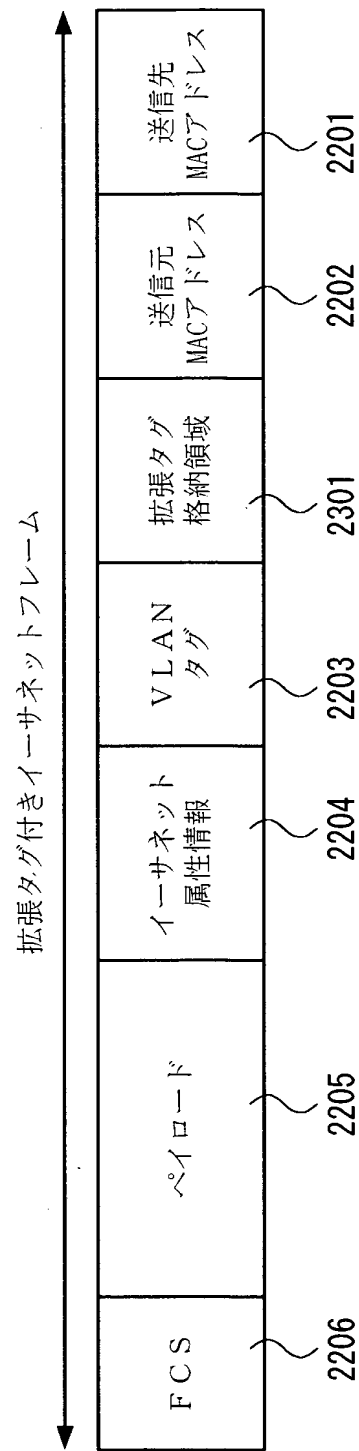
【図 29】



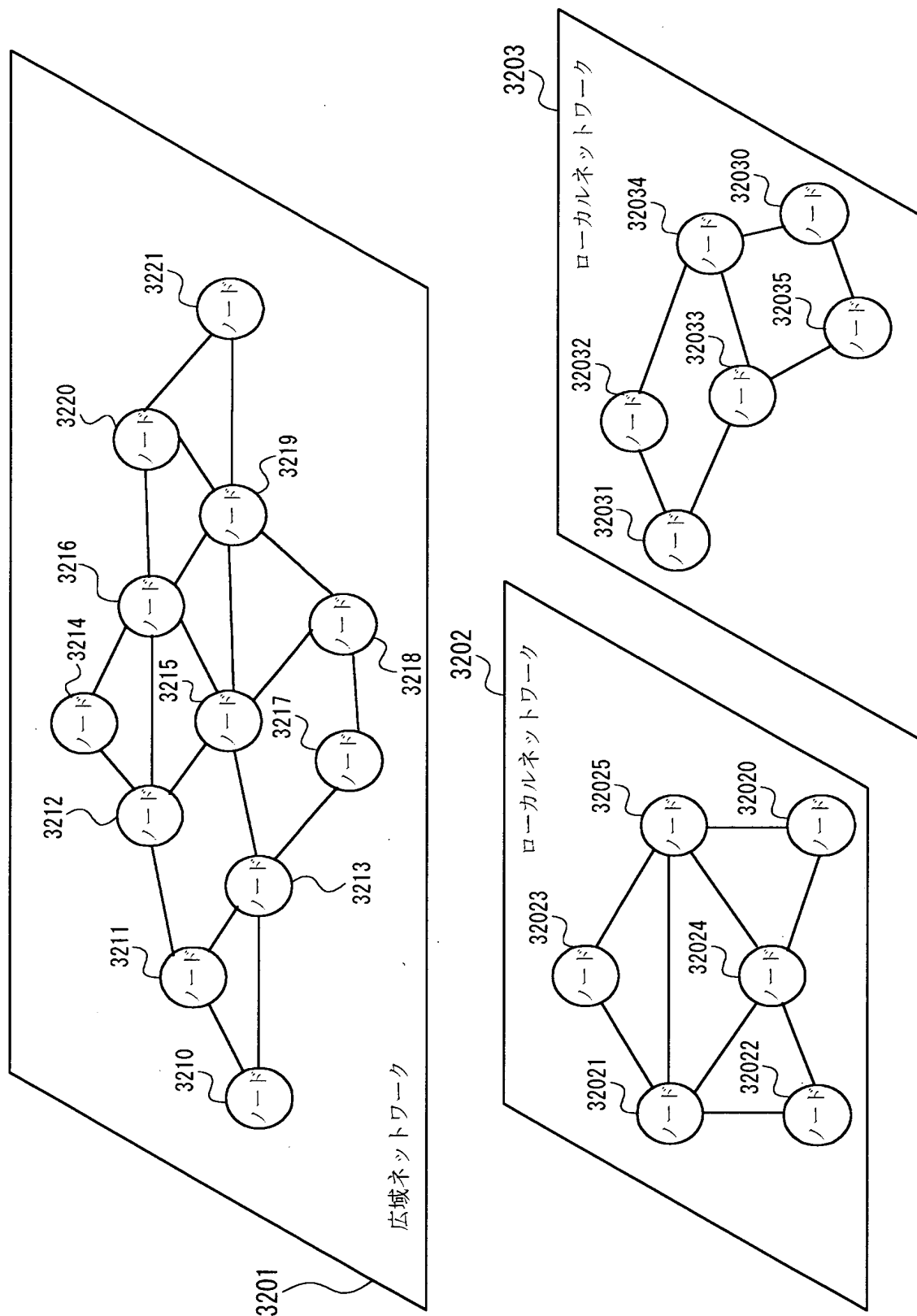
【図 30】



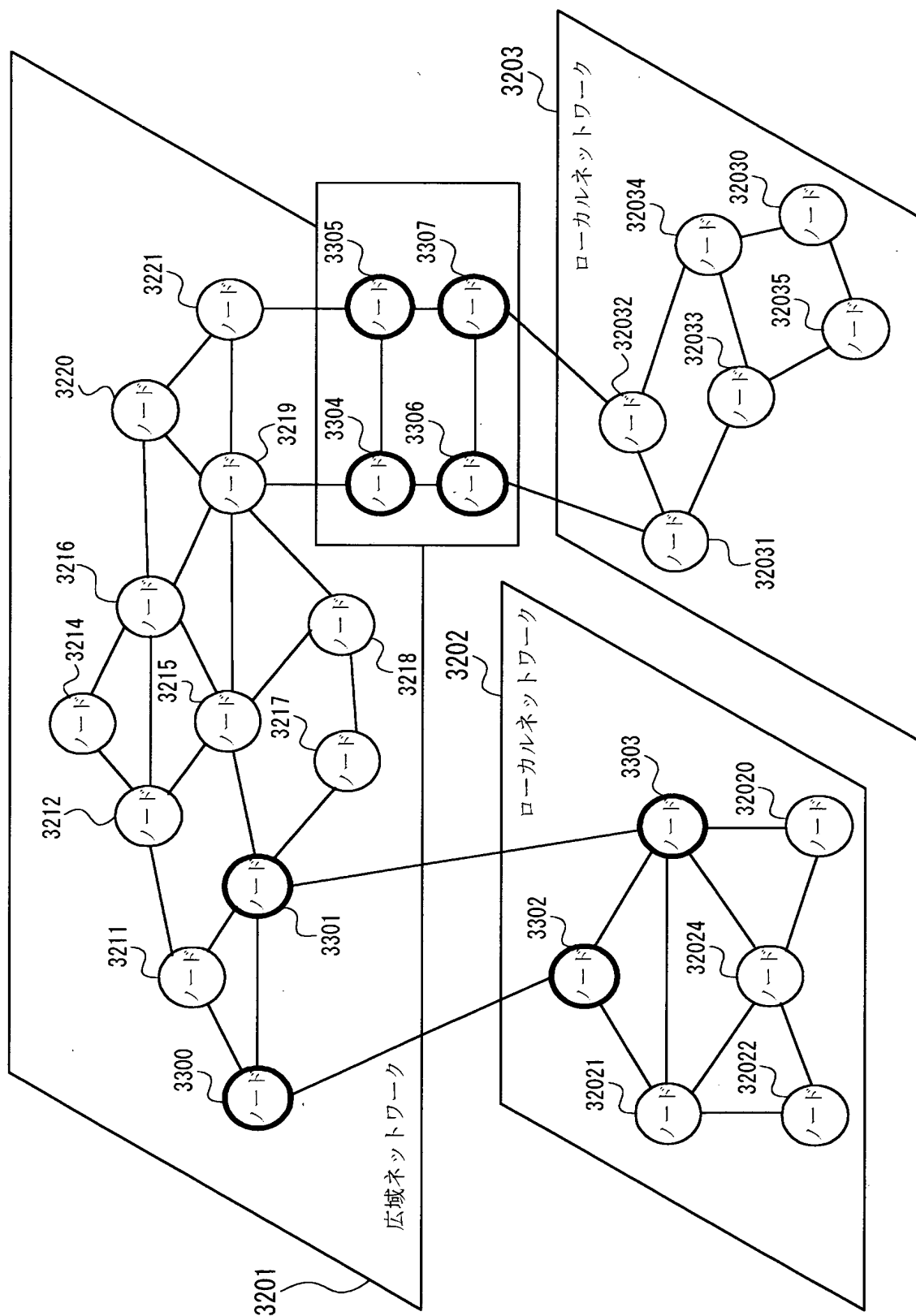
【図 3 1】



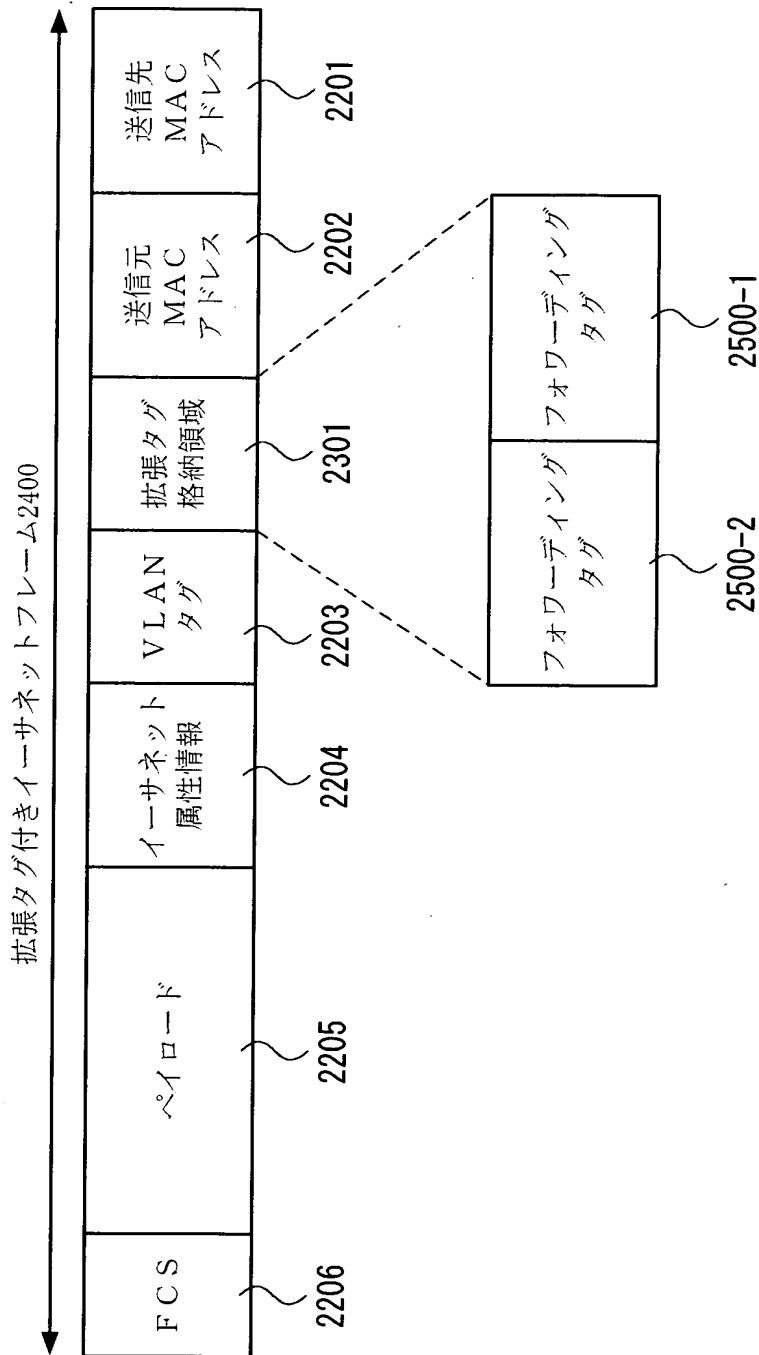
【図 3 2】



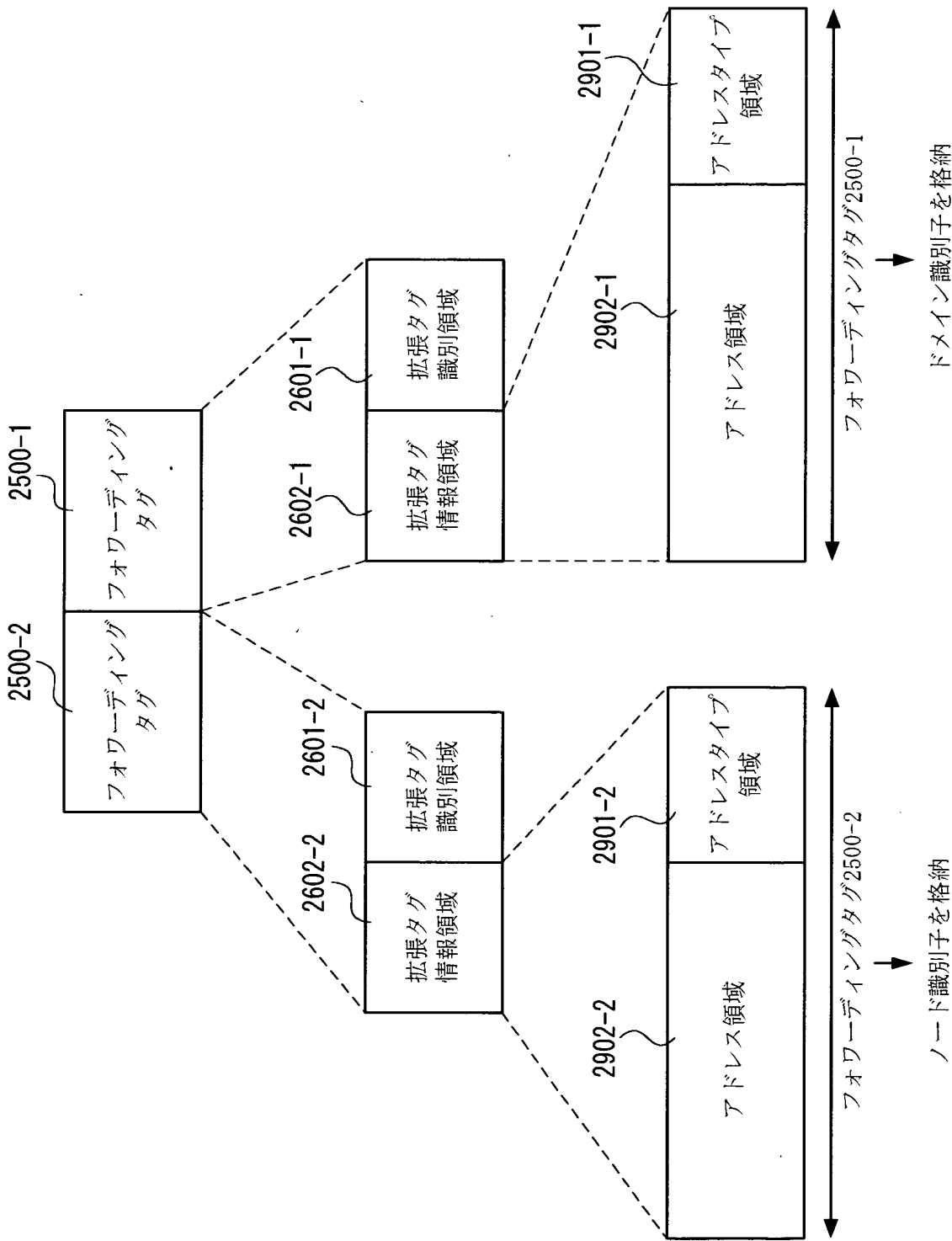
【図 33】



【図 34】



【図 35】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スパニングツリーの構築時間を短縮できる、ネットワークシステム、スパニングツリー構成方法を提案する。

【解決手段】 複数のノードを接続したネットワークで動作するスパニングツリーシステムのノードに、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを決定する2つの転送器と、スパニングツリープロトコルに従いスパニングツリーを作成する2つのツリーマネージャと、ツリーマネージャと転送器を接続する仮想ポートとを備える。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4
受付番号	5 0 3 0 0 2 6 6 8 6 1
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 5 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月19日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社